

①

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-209223

(43)Date of publication of application : 26.07.2002

-----  
(51)Int.Cl. H04N 9/07

G06T 1/00

G06T 5/00

G09G 5/02

H04N 1/60

H04N 1/46

-----  
(21)Application number : 2001-000977 (71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 09.01.2001 (72)Inventor : MITSUNAGA TOMOO  
KOBAYASHI SEIJI  
ONO HIROAKI

-----  
(54) IMAGE PROCESSING UNIT AND METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image processing unit that suppresses production of color moire in a decoded image.

SOLUTION: A gradation conversion section 71 applies gradation modulation processing to a color mosaic image M to generate a modulation color mosaic image Mg. Color difference image generating sections 72, 73 use the modulation color mosaic image Mg to respectively generate color difference images C, D. A luminance image generating

section 74 uses the modulation color mosaic image Mg and the color difference images C, D to generate a luminance image L. A color space conversion section 75 applies color space conversion processing to the color difference images C, D and the luminance image L to generate a modulated image. Gradation inverse conversion sections 76-78 apply modulation inverse conversion to the modulated image to respectively generate output images R, G, B.

-----  
LEGAL STATUS [Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the image processing system with which each pixel generates the restoration image which has all the color components of two or more of said color components using the color mosaic image with which each pixel has the color component of either of two or more color components The 1st color difference image generation

means which generates the 1st color difference image corresponding to said color mosaic image based on the color mosaic-pattern information which shows the array of the color component of said color mosaic image, The 2nd color difference image generation means which generates the 2nd color difference image corresponding to said color mosaic image based on said color mosaic-pattern information, A brightness image generation means to use said color mosaic image for said the 1st and 2nd color difference image, and a list, and to generate a brightness image, The image processing system characterized by using said brightness image for said the 1st and 2nd color difference image, and a list, and including a restoration means to restore said all color components corresponding to each pixel.

[Claim 2] Said 1st and 2nd color difference image generation means graduate the 1st color component of said color mosaic image. Color components other than the 1st smoothing means which generates the 1st smoothing image, and the 1st [ of said color mosaic image / said ] color component are graduated. The image processing system according to claim 1 characterized by including a subtraction means to subtract the corresponding color component of a pixel of the 2nd smoothing means which generates the 2nd smoothing image, and said 1st smoothing image and said 2nd smoothing image, and to generate a color difference component.

[Claim 3] Said 1st and 2nd smoothing means are image processing systems according to claim 2 characterized by generating said 1st or 2nd smoothing image using direction alternative data smoothing.

[Claim 4] A brightness image generation means is an image processing system according to claim 1 characterized by using said color mosaic image for said the 1st and 2nd color difference image, and a list, and including a brightness candidate image generation means to generate a brightness candidate image, and a noise rejection means to remove the noise component of said brightness candidate image, and to generate said brightness image.

[Claim 5] Said noise rejection means is an image processing system according to claim 4 characterized by generating said brightness image by removing the noise component of said brightness candidate image using said direction alternative data smoothing.

[Claim 6] The image processing system according to claim 1 characterized by performing gradation transform processing to said color mosaic image, and including further said the 1st and 2nd color difference image generation means, and a gray-scale-conversion means to supply a list at a brightness image generation means.

[Claim 7] The image processing system according to claim 6 characterized by including further a gradation inverse transformation means to perform gradation inverse

transformation processing corresponding to said gradation transform processing, to said all color components corresponding to each pixel restored by said restoration means.

[Claim 8] In the image-processing approach of an image processing system that each pixel generates the restoration image which has all the color components of two or more of said color components using the color mosaic image with which each pixel has the color component of either of two or more color components The 1st color difference image generation step which generates the 1st color difference image corresponding to said color mosaic image based on the color mosaic-pattern information which shows the array of the color component of said color mosaic image, The 2nd color difference image generation step which generates the 2nd color difference image corresponding to said color mosaic image based on said color mosaic-pattern information, The brightness image generation step which uses said color mosaic image for said the 1st and 2nd color difference image, and a list, and generates a brightness image, The image-processing approach characterized by using said brightness image for said the 1st and 2nd color difference image, and a list, and including the restoration step which restores said all color components corresponding to each pixel.

[Claim 9] The color mosaic image with which each pixel has the color component of either of two or more color components is used. It is the program for image processings each pixel of whose generates the restoration image which has all the color components of two or more of said color components. The 1st color difference image generation step which generates the 1st color difference image corresponding to said color mosaic image based on the color mosaic-pattern information which shows the array of the color component of said color mosaic image, The 2nd color difference image generation step which generates the 2nd color difference image corresponding to said color mosaic image based on said color mosaic-pattern information, The brightness image generation step which uses said color mosaic image for said the 1st and 2nd color difference image, and a list, and generates a brightness image, The record medium with which the program which the computer characterized by using said brightness image for said the 1st and 2nd color difference image, and a list, and including the restoration step which restores said all color components corresponding to each pixel can read is recorded.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]



[0001]

[Field of the Invention] From the picture signal acquired using veneer type CCD series etc. in the image processing system and the approach, and the list, concerning a record medium, this invention is used when generating the color picture signal of an extensive dynamic range, and it relates to a record medium at a suitable image processing system and a suitable approach, and a list.

[0002]

[Description of the Prior Art] Solid state image sensors, such as CCD (Charge Coupled Device) and CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor), are broadly used for optical metering devices, such as image pick-up equipments, such as a video camera and a digital still camera, components test equipment in the field of FA (Factory Automation), and an electronic endoscope in the field of ME (Medical Electronics).

[0003] Generally, since the solid state image sensor itself cannot have only single spectral sensitivity, if it picturizes as it is, the image of single spectral sensitivity, i.e., monochrome, will only be obtained. Then, in order to obtain a color picture using one solid state image sensor, generally the method picturized with different spectral sensitivity for every pixel, i.e., a different color for every pixel, is used widely.

[0004] A color filter is used as an approach of changing a color for every pixel. For example, each photo detector arranged in the image pick-up side of a solid state image sensor is covered using either of the filters of three kinds of colors, R, G, and B. Since each pixel of the picturized image will have only one kind of color component by this, the picturized image turns into a mosaic-like image (a color mosaic image is described hereafter) about a color.

[0005] The technique in which all pixels generate the image which has each component of R, G, and B is conventionally developed by performing a predetermined image processing to the color mosaic image obtained by making it such.

[0006] In addition, each photo detector arranged in the image pick-up side of a solid state image sensor is not restricted to the combination of the color of a wrap filter by three colors of R, G, and B, for example, no less than four colors of G, C (cyanogen), M (Magenta), and Y (Hierro) are used.

[0007] In such an image processing, the effect to the image quality resulting from the sampling frequencies between each color differing poses a problem. For example, when the mosaic array of a color is making the Bayer array, the sampling frequency of R or B is 1/2 of the sampling frequency of G. In addition, although it is possible to unify the sampling frequency of each color, it is impossible to synchronize the phase.

[0008] Thus, when the sampling frequencies of each color differ, phase contrast arises

for each color component restored by the image processing, and it has become the big cause by which it is observed as color moire and spoils image quality in an output image. [0009] The technique of the image processing aiming at controlling generating of this color moire conventionally is proposed. Hereafter, the technique of such an image processing is explained.

[0010] The approach of interpolating a color so that the local ratio of each color may be held as 1st conventional technique can be mentioned. This approach is assumed that the direction of the object color of a photographic subject seldom changes in a partial field. The direction of the object color is described by the ratio of each color. For example, in nearby Point x and nearby Point y, the ratio of R and G presupposes that it is equal. That is, suppose that it is  $R(x) / G(x) = R(y) / G(y)$ . the ratio of the color in the nearby point y if G (x) in Point x is known -- R (x) is computable if  $R(y) / G(y)$  is acquired. the ratio of a color [ in / when the ratio of a color seldom changes in a partial field / the nearby point y ] -- the average  $(R/G) L$  of the R/G ratio of the pixel which is the known in a partial field can be used instead of  $R(y) / G(y)$ . That is, they are  $R(x) = G(x)$  and  $(R/G)L$ . Such 1st conventional technique is indicated by JP,61-501424,A.

[0011] The approach of interpolating a color as 2nd conventional technique so that the ratio of the low-frequency component of each color may be held can be mentioned. L  $(R/G)$  which was being computed in the 1st conventional technique mentioned above by this approach -- the ratio of the low-frequency component RL of R, and the G low-frequency component GL -- it approximates using  $RL/GL$ . in addition -- since the low-frequency component RL and the G low-frequency component GL of R can calculate each independently even if the same pixel does not have both the components of R and G -- a ratio -- in order to calculate  $RL/GL$ , it is not necessary to interpolate only G first [0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, with the 1st and 2nd conventional techniques explained above, the array (it is hereafter described as a color mosaic array) of the color of the pixel of an applicable color mosaic image is limited, and the technical problem which cannot control generating of color moire effectively occurred to the color mosaic image of the color mosaic array of arbitration.

[0013] This invention is made in view of such a situation, and in case each pixel generates the restoration image which has all the color components of two or more color components from the color mosaic image of the color mosaic array of arbitration, it aims at enabling it to inhibit generating of color moire.

[0014]

[Means for Solving the Problem] 1st color difference image generation means by which

the image processing system of this invention generates the 1st color difference image corresponding to a color mosaic image based on the color mosaic-pattern information which shows the array of the color component of a color mosaic image, The 2nd color difference image generation means which generates the 2nd color difference image corresponding to a color mosaic image based on color mosaic-pattern information, It is characterized by using a color mosaic image for the 1st and the 2nd color difference image, and a list, and including a brightness image generation means to generate a brightness image, and a restoration means to use a brightness image for the 1st and the 2nd color difference image, and a list, and to restore all the color components corresponding to each pixel.

[0015] Said 1st and 2nd color difference image generation means graduate the 1st color component of a color mosaic image. Color components other than the 1st smoothing means which generates the 1st smoothing image, and the 1st [ of a color mosaic image ] color component are graduated. A subtraction means to subtract the corresponding color component of a pixel of the 2nd smoothing means which generates the 2nd smoothing image, and the 1st smoothing image and the 2nd smoothing image, and to generate a color difference component can be included.

[0016] Said 1st and 2nd smoothing means can be made to generate the 1st or 2nd smoothing image using direction alternative data smoothing.

[0017] Said brightness image generation means can use a color mosaic image for the 1st and the 2nd color difference image, and a list, and can include a brightness candidate image generation means to generate a brightness candidate image, and a noise rejection means to remove the noise component of a brightness candidate image and to generate a brightness image.

[0018] Said noise rejection means can be made to generate a brightness image by removing the noise component of a brightness candidate image using direction alternative data smoothing.

[0019] The image processing system of this invention can perform gradation transform processing to a color mosaic image, and can include further the 1st and the 2nd color difference image generation means, and a gray-scale-conversion means to supply a list at a brightness image generation means.

[0020] The image processing system of this invention can include further a gradation inverse transformation means to perform gradation inverse transformation processing corresponding to gradation transform processing, to all the color components corresponding to each pixel restored by the restoration means.

[0021] The 1st color difference image generation step to which the image-processing

approach of this invention generates the 1st color difference image corresponding to a color mosaic image based on the color mosaic-pattern information which shows the array of the color component of a color mosaic image, The 2nd color difference image generation step which generates the 2nd color difference image corresponding to a color mosaic image based on color mosaic-pattern information, It is characterized by using a color mosaic image for the 1st and the 2nd color difference image, and a list, and including the brightness image generation step which generates a brightness image, and the restoration step which uses a brightness image for the 1st and the 2nd color difference image, and a list, and restores all the color components corresponding to each pixel.

[0022] The 1st color difference image generation step to which the program of the record medium of this invention generates the 1st color difference image corresponding to a color mosaic image based on the color mosaic-pattern information which shows the array of the color component of a color mosaic image, The 2nd color difference image generation step which generates the 2nd color difference image corresponding to a color mosaic image based on color mosaic-pattern information, It is characterized by using a color mosaic image for the 1st and the 2nd color difference image, and a list, and including the brightness image generation step which generates a brightness image, and the restoration step which uses a brightness image for the 1st and the 2nd color difference image, and a list, and restores all the color components corresponding to each pixel.

[0023] It sets to the program of a record medium at the image processing system of this invention and an approach, and a list. It is based on the color mosaic-pattern information which shows the array of the color component of a color mosaic image. The 1st color difference image corresponding to a color mosaic image is generated, and it is based on color mosaic-pattern information. The 2nd color difference image corresponding to a color mosaic image is generated, a color mosaic image is used for the 1st and the 2nd color difference image, and a list, a brightness image is generated, a brightness image is used for the 1st and the 2nd color difference image, and a list, and all the color components corresponding to each pixel are restored.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the example of a configuration of the digital still camera which is the gestalt of 1 operation of this invention. The digital still camera concerned divides roughly and consists of optical system, a signal-processing system, a recording system, a display system, and a control system.

[0025] Optical system consists of a lens 1 which condenses the optical image of a

photographic subject, diaphragm 2 which adjusts the quantity of light of an optical image, and CCD series 4 which carries out photo electric conversion of the condensed optical image, and is changed into the electrical signal of an extensive dynamic range.

[0026] A signal-processing system consists of the image-processing sections 7 which perform a predetermined image processing to the digital signal inputted from A/D converter 6 which changes into a digital signal the analog signal which the correlation duplex sampling circuit (CDS) 5 which reduces a noise, and the correlation duplex sampling circuit 5 output, and A/D converter 6 by sampling the electrical signal from CCD series 4. In addition, about the detail of the processing which the image-processing section 7 performs, it mentions later.

[0027] A recording system encodes the picture signal which the image-processing section 7 processed, records it on memory 9, and it is being begun to read it, it is decoded, and consists of CODEC (Compression/Decompression)8 supplied to the image-processing section 7, and memory 9 which memorizes a picture signal.

[0028] A display system consists of displays 12 which consist of D/A converter 10 which analog-izes the picture signal which the image-processing section 7 processed, a video encoder 11 which encodes the analog-ized picture signal to the video signal of the format which suits the latter display 12, LCD (LiquidCrystal Display) which functions as a finder by displaying the image corresponding to the video signal inputted.

[0029] a control system -- CCD series -- four -- or -- an image processing -- the section -- seven -- actuation -- timing -- controlling -- a timing generator -- (-- TG --) -- three -- a user -- a shutter -- timing -- others -- a command -- inputting -- actuation -- an input -- the section -- 13 -- and The program for control which controls drive 15 and is memorized by a magnetic disk 16, an optical disk 17, a magneto-optic disk 18, or semiconductor memory 19 is read. It consists of control sections 14 which consist of a CPU (Central ProcessingUnit) which controls the whole digital still camera based on the command from a user inputted from the read program for control, and the actuation input section 13.

[0030] In the digital still camera concerned, incidence of the optical image (incident light) of a photographic subject is carried out to CCD series 4 through a lens 1 and diaphragm 2, and after a noise is removed by the correlation duplex sampling circuit 5 and the electrical signal which photo electric conversion was carried out and was acquired by CCD series 4 is digitized by A/D converter 6, the temporary storage of it is carried out to the image memory which the image-processing section 7 builds in.

[0031] In addition, in the usual condition, it is made as [ overwrite / continuously / by the fixed frame rate / a picture signal ] by control to the signal-processing system by the

timing generator 3 in the image memory which the image-processing section 7 builds in. The picture signal of the image memory which the image-processing section 7 builds in is changed into an analog signal by D/A converter 10, and the image which is changed into a video signal by the video encoder 11, and corresponds with it is displayed on a display 12.

[0032] The display 12 is also playing a role of the finder of the digital still camera concerned. When a user pushes the shutter carbon button contained in the actuation input section 13, a control section 14 incorporates the picture signal immediately after pushing a shutter carbon button to a timing generator 3, and makes a signal-processing system control so that a picture signal is not overwritten by the image memory of the image-processing section 7 after that. Then, CODEC8 encodes and the image data written in the image memory of the image-processing section 7 is recorded on memory 9. Incorporation of the image data of one sheet is completed by actuation of the above digital still cameras.

[0033] Next, the outline of actuation of the digital still camera concerned is explained with reference to drawing 2 . The digital still camera concerned picturizes a photographic subject by the different color and the sensibility for every pixel by image pick-up processing of the optical system centering on CCD series 4, and obtains the image (hereafter, it is described as a color and a sensibility mosaic image, and the detail is mentioned later) with which a color and sensibility became mosaic-like. Then, the image obtained by image pick-up processing is changed into the image which each pixel has all color components, and has the sensibility of homogeneity by the signal-processing system centering on the image-processing section 7. Processing of the signal-processing system centering on the image-processing section 7 transformed to the image which each pixel has all color components for a color and a sensibility mosaic image, and has the sensibility of homogeneity hereafter is described to be also DEMOZAIKU processing.

[0034] For example, when a photographic subject as shown in drawing 3 is photoed, a color and a sensibility mosaic image as shown in drawing 4 by image pick-up processing are obtained, and it is changed into the image in which each pixel has the sensibility of all color components and homogeneity by the image processing. That is, the original color of the photographic subject shown in drawing 3 from the color and sensibility mosaic image shown in drawing 4 is restored.

[0035] Next, the color component of the pixel which constitutes a color and a sensibility mosaic image and the array pattern (it is hereafter described as a color and a sensibility mosaic pattern) P1 of sensibility thru/or 14 are shown in drawing 5 thru/or drawing 18 .

In addition, there is combination of four colors which consist of Y (yellow), M (Magenta), C (cyanogen), and G (green) besides the combination of three colors which consist of R (red), G (green), and B (blue) as a combination of the color which constitutes a color and a sensibility mosaic pattern. There are a three-stage which added the sensibility S2 besides [ which consists of S0 and S1 ] two steps as a phase of sensibility, and four steps which added sensibility S3 further. In addition, in drawing 5 thru/or drawing 14 , each square supports 1 pixel, an English character shows the color, and the figure shows the sensibility as a suffix of an English character. For example, the pixel displayed as G0 shows that a color is G (green) and sensibility is S0. Moreover, suppose that it is high sensitivity more, so that a figure is large about sensibility.

[0036] A color and the sensibility mosaic pattern P1 thru/or P14 can be classified according to the 1st thru/or the 4th description shown below.

[0037] The 1st description is that they are arranged in the shape of a grid, when the pixel which they are arranged in the shape of a grid, and has the color same irrespective of sensibility when the pixel which has the same color and sensibility is observed is observed. The 1st description is explained with reference to the color and the sensibility mosaic pattern P1 shown in drawing 5 .

[0038] In the color and the sensibility mosaic pattern P1 of drawing 5 , they are  $21/2$  of spacing horizontally, and, perpendicularly, the shape of a grid is arranged at  $23/2$  of spacing so that clearly [ when the pixel whose color is R irrespective of sensibility is observed / if a drawing is seen in the condition of having made it rotating in the clockwise direction only 45 degrees ]. Moreover, when the pixel whose color is B irrespective of sensibility is observed, they are arranged similarly. When the pixel whose color is G irrespective of sensibility is observed, the shape of a grid is arranged at  $21/2$  of spacing to that they are horizontal and a perpendicular direction.

[0039] A color and sensibility mosaic patterns P2, P4, P6, P8, P9, P10, P11, and P13 besides the color and the sensibility mosaic pattern P1 shown in drawing 5 have the 1st description.

[0040] When the 2nd description observes the pixel which has the same color and sensibility, they are arranged in the shape of a grid. And when the pixel which has the sensibility same irrespective of a color is observed, they are arranged in the shape of a grid. And when the pixel of arbitration is observed, it is that all the colors contained in a color and the sensibility mosaic pattern concerned are contained in the color which the pixel and the 4 pixels [ which is located vertically and horizontally ] a total of 5 pixels have.

[0041] A color and sensibility mosaic patterns P5, P7, P8, P9, P12, and P14 besides the

color and the sensibility mosaic pattern P3 shown in drawing 7 have the 2nd description.

[0042] The 3rd description is that it has the 1st description, three kinds of colors are used further, and they are making the Bayer (Bayer) array. The 3rd description is explained with reference to the color and the sensibility mosaic pattern P2 shown in drawing 6.

[0043] In the color and the sensibility mosaic pattern P2 of drawing 6, when the pixel whose color is G irrespective of sensibility is observed, they are arranged in checkers at intervals of a pixel. When the pixel whose color is R irrespective of sensibility is observed, they are arranged at intervals of a line. Moreover, when the pixel whose color is B irrespective of sensibility is observed, it is similarly arranged at intervals of a line. Therefore, it can be said that this pattern P2 will be a Bayer array if only the color of a pixel is observed.

[0044] In addition, a color and sensibility mosaic patterns P10 and P11 besides the color and the sensibility mosaic pattern P2 of drawing 6 have the 3rd description.

[0045] The 4th description is that those arrays are making the Bayer array, when the pixel which has the 2nd description and has the still more nearly same sensibility is observed. The 4th description is explained with reference to the color and the sensibility mosaic pattern P3 shown in drawing 7.

[0046] In the color and the sensibility mosaic pattern P3 of drawing 7, when only the pixel of sensibility S0 is observed, if only 45 slant leans and looks at a drawing, they vacate  $21/2$  of spacing, and are making the Bayer array so that clearly. Moreover, when only the pixel of sensibility S1 is observed, they are making the Bayer array similarly.

[0047] In addition, a color and sensibility mosaic patterns P5 and P12 besides the color and the sensibility mosaic pattern P3 of drawing 7 have the 4th description.

[0048] By the way, in relation to the color and the sensibility mosaic pattern P1 shown in drawing 5 thru/or drawing 18 thru/or P14, it is hereafter described as "the mosaic array of a color" irrespective of the sensibility of a pixel only paying attention to a color. Moreover, only paying attention to sensibility, it is described as "the mosaic array of sensibility" irrespective of a color.

[0049] Next, how to realize the color and sensibility mosaic pattern mentioned above in CCD series 4 is explained.

[0050] About the mosaic array of a color, it realizes among a color and a sensibility mosaic pattern by arranging the color filter on chip which makes the top face of the photo detector of CCD series 4 penetrate only the light of a different color for every pixel.

[0051] About the mosaic array of sensibility, it realizes by the optical approach or the electronic approach among a color and a sensibility mosaic pattern.



[0052] How to realize the mosaic array of sensibility optically is explained. Drawing 19 shows the cross section of the photo detector of CCD series 4. The lens 21 on chip is formed in the up front face of a photo detector. The lens 21 on chip is made as [ condense / the incident light from the drawing upper part / by the photodiode (PD) 23 ]. The color filter 22 on chip restricts the wavelength band of incident light (only a specific wavelength band is made to penetrate). The photodiode 23 is formed into the wafer at the lower part of a photo detector. A photodiode 23 produces a charge corresponding to the inputted quantity of light. The perpendicular register 26 is formed in both the sides of a photodiode 21. The perpendicular register drive electrode 25 which drives the perpendicular register 21 is wired in the upper part of the perpendicular register 26.

[0053] Since the perpendicular register 25 is a field to which the charge produced with the photodiode 23 is transmitted, the perpendicular register 26 and the perpendicular register drive electrode 25 are shaded with shielding 24 so that a charge may not arise there. Only the upper part of a photodiode 23 is carrying out opening of the shielding 24, and it is made as [ reach / incident light passes the opening part and / a photodiode 23 ].

[0054] The sensibility of each photo detector is changeable using CCD series 4 constituted as explained above (the amount of incident light to a photodiode 23 can be changed).

[0055] For example, as shown in drawing 20 , the quantity of light condensed can be changed by the existence of installation of the lens 21 on chip. Moreover, as shown, for example in drawing 21 , the permeability of light is changeable by installing the neutral density filter 31 above the color filter 22 on chip (or lower part). Moreover, as shown, for example in drawing 22 , the amount of incident light to a photodiode 23 can be changed by changing the area of the opening part of shielding 24.

[0056] Next, two kinds of methods of realizing the mosaic array of sensibility electronically are explained.

[0057] For example, by changing the timing of control explains the 1st method of setting two photo detectors as different sensibility with reference to drawing 23 to two adjoining photo detectors (the 1st and 2nd photo detectors).

[0058] Drawing 23 (A) shows the exposure period of CCD series 4. This drawing (B) shows the timing of the pulse voltage which orders it charge \*\*\*\*\*. This drawing (C) shows the timing to which the control voltage which orders it a charge transfer is given. This drawing (D) shows the timing of the pulse voltage which orders it charge read-out to the 1st photo detector. This drawing (E) shows change of the amount of charges accumulated in the 1st photo detector corresponding to a charge \*\*\*\*\* pulse voltage and a charge read-out pulse voltage being given. This drawing (F) shows the timing of

the pulse voltage which orders it charge read-out to the 2nd photo detector. This drawing (G) shows change of the amount of charges accumulated in the 2nd photo detector corresponding to a charge \*\*\*\*\* pulse voltage and a charge read-out pulse voltage being given.

[0059] It is supplied like, and in the 1st method of realizing the mosaic array of sensibility electronically, a charge \*\*\*\*\* pulse voltage is supplied in order [ which resets a charge only once to predetermined timing during an exposure period ] to sweep out a charge from a photodiode 23 in common to the 1st and 2nd photo detectors in addition to an exposure period and to carry out (it is made to reset).

[0060] A wave electrical potential difference for a charge transfer electrical potential difference to make a charge transmitting to the perpendicular register 26 in common to the 1st and 2nd photo detectors in addition to an exposure period is supplied, and a charge transfer electrical potential difference is not supplied so that a transfer of the charge from the perpendicular register 26 may be suspended during an exposure period.

[0061] A charge read-out pulse voltage is supplied to different timing to each photo detector. To the 1st photo detector, the 1st charge read-out pulse voltage is supplied, and the 2nd charge read-out pulse voltage is supplied just before the termination during an exposure period just before the supply timing (this drawing (B)) of the charge \*\*\*\*\* pulse voltage in an exposure period.

[0062] consequently, the amount of stored charge of the 1st photo detector of with the 1st time and a charge read-out pulse voltage [ 2nd ] supply timing which boils, respectively and can be set is read from the 1st photo detector to the perpendicular register 26. In addition, during the exposure period, since the transfer of the charge of the perpendicular register 26 stops, these 2 times of the amounts of read-out charges are added within the perpendicular register 26, and it is made as [ transmit / from the perpendicular register 26 / as data of the frame same after exposure period termination ].

[0063] On the other hand, to the 2nd photo detector, a charge read-out pulse voltage is supplied only once just before the supply timing of the charge \*\*\*\*\* pulse voltage in an exposure period. Consequently, the amount of stored charge of the 2nd photo detector in the supply timing of 1 time of a charge read-out pulse voltage is read from the 2nd photo detector to the perpendicular register 26. In addition, since the transfer of the charge of the perpendicular register 23 stops during the exposure period, the stored charge read from the 2nd photo detector is made as [ transmit / from the perpendicular register 26 / as data of the same frame as the stored charge read from the 1st photo detector after exposure period termination ].

[0064] As mentioned above, by changing the control timing to the 1st photo detector and 2nd photo detector, respectively, it can set up so that the amount of stored charge by which photo detector husks reading appearance of the 1st is carried out during the same exposure period may differ from the amount of stored charge read from the 2nd photo detector, i.e., sensibility.

[0065] By the way, by the 1st method of realizing the mosaic array of sensibility electronically, the point that the information on a photographic subject covering the whole region in an exposure period is immeasurable depending on a photo detector is a problem.

[0066] Next, the 2nd method of realizing the mosaic array of sensibility electronically is explained with reference to drawing 31 . This drawing (A) thru/or this drawing (G) like drawing 23 (A) thru/or drawing 23 (G), respectively The exposure period of CCD series 4, the timing of the pulse voltage which orders it charge \*\*\*\*\*, The timing to which the control voltage which orders it a charge transfer is given, the timing of the pulse voltage which orders it charge read-out to the 1st photo detector, Change of the amount of charges accumulated in the 1st photo detector corresponding to a charge \*\*\*\*\* pulse voltage and a charge read-out pulse voltage being given, Change of the amount of charges accumulated in the 2nd photo detector corresponding to the timing of the pulse voltage which orders it charge read-out to the 2nd photo detector, a charge \*\*\*\*\* pulse voltage, and a charge read-out pulse voltage being given is shown.

[0067] In the 2nd method of realizing the mosaic array of sensibility electronically, a charge \*\*\*\*\* pulse voltage and a charge read-out pulse voltage are repeatedly supplied two or more times during an exposure period.

[0068] That is, about a charge \*\*\*\*\* pulse voltage, multiple-times supply of the group of a 1st charge \*\*\*\*\* pulse voltage and a 2nd charge \*\*\*\*\* pulse voltage is carried out during an exposure period in common to the 1st and 2nd photo detectors. About a charge read-out pulse voltage, to the 1st photo detector, the 1st charge read-out pulse voltage is supplied just before a 1st charge \*\*\*\*\* pulse voltage for every group of a 1st time and 2nd charge \*\*\*\*\* pulse voltage, and the 2nd charge read-out pulse voltage is supplied just before the charge \*\*\*\*\* pulse voltage which is the 2nd time. On the other hand, to the 2nd photo detector, a charge read-out pulse voltage is supplied only once for every group of a charge \*\*\*\*\* pulse voltage just before a 1st charge \*\*\*\*\* pulse voltage.

[0069] Consequently, the amount of stored charge of the 1st photo detector in with a charge read-out pulse voltage [ 1st ] supply timing and the amount of stored charge of the 1st photo detector in with a charge read-out pulse voltage [ 2nd ] supply timing are

read from the 1st photo detector for every group of a 1st time and 2nd charge \*\*\*\*\* pulse voltage. In addition, since the transfer of the charge of the perpendicular register 26 is suspended during the exposure period, the amount of charges read by a unit of 2 times for every groups of these is added with the perpendicular register 26. The amount of stored charge of the 2nd photo detector in the supply timing of the charge read-out pulse voltage supplied only once for every group of a 1st time and 2nd charge \*\*\*\*\* pulse voltage is read from the 2nd photo detector. The amount of charges read by a unit of 1 time for every groups of these is added with the perpendicular register 26.

[0070] By the 2nd method of realizing electronically the mosaic array of sensibility which was explained above, since read-out of a charge is repeated two or more times in an exposure period, it becomes possible to measure the information on a photographic subject covering the whole region in an exposure period.

[0071] In addition, generally in relation to the 1st and 2nd methods of realizing electronically the mosaic array of the sensibility mentioned above, read-out control of CCD series 4 is impressed to the perpendicular register drive electrode 25 wired for every level Rhine. For example, what is necessary is just to perform some amelioration to which a different read-out pulse voltage for every Rhine is applied, since what is necessary is just to use the electrode structure in order to realize the mosaic array of sensibility which changes sensibility for every level Rhine like the color and the sensibility mosaic pattern P1 shown in drawing 5 . Furthermore, in the CCD series of the progressive scan with the perpendicular register of a three-phase-circuit drive, the mosaic array of the arbitration by two-step sensibility is electronically realizable by devising the electrode structure.

[0072] Drawing 25 shows the 1st electrode structure of the polish recon electrode for a perpendicular transfer by electrode wiring used in order to realize the mosaic array of the sensibility which has two steps of sensibility. Drawing 26 shows the sectional view of the CCD series in segment aa' in drawing of drawing 25 . Since it has connected with the electrode of the pixel which adjoins on the same level Rhine, the electrode on the same level Rhine synchronizes and the 1st phase perpendicular register drive electrode 42 and the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 drive it. On the other hand, since it has connected with the electrode of the pixel which adjoins on the same vertical lines, the electrode on the same vertical lines synchronizes and the 3rd phase perpendicular register drive electrode 44 drives it. Moreover, the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 and the 3rd phase perpendicular register drive electrode 44 are made as [ start / on the read-out gate 41 contiguous to the corresponding photodiode 23 ].

[0073] Therefore, when it reads to the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 or the 3rd phase perpendicular register drive electrode 44 and a pulse is impressed, it is possible to transmit the charge which removes the barrier of the read-out gate 41 temporarily, and is accumulated in the corresponding photodiode 23 to the perpendicular register 26. Hereafter, the electrode structure shown in drawing 25 and drawing 26 is described to be the electrode structure of OR mold.

[0074] Drawing 27 shows the 2nd electrode structure of the polish recon electrode for a perpendicular transfer by electrode wiring used in order to realize the mosaic array of the sensibility which has two steps of sensibility. It is the same as that of the sectional view having also shown the cross section of the CCD series in segment aa' in drawing of drawing 27 in drawing 26 . That is, also in the 2nd electrode structure, like the 1st electrode structure, since it has connected with the electrode of the pixel which adjoins on the same level Rhine, the electrode on the same level Rhine synchronizes and the 1st phase perpendicular register drive electrode 42 and the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 drive it. Since it has connected with the electrode of the pixel which adjoins on the same vertical lines like the 1st electrode structure, the electrode on the same vertical lines synchronizes and the 3rd phase perpendicular register drive electrode 44 drives it.

[0075] However, the point currently made as [ start / along with a part for the side edge of the photodiode 23 concerned, it is arranged on the read-out gate 41 contiguous to the photodiode 23 with which the 3rd phase perpendicular register drive electrode 44 corresponds, and the part into which the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 was processed long and slender so that it might adjoin subsequently to it reads, and / the gate 41 ] differs from the 1st electrode structure.

[0076] Therefore, when it reads only to one side among the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 and the 3rd phase perpendicular register drive electrode 44 and a pulse is impressed, the barrier of the read-out gate 41 cannot be removed. The barrier of the read-out gate 41 is removed, and in order to transmit the charge accumulated in the photodiode 23 to the perpendicular register 26, it is necessary to read to coincidence and to impress a pulse to the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 and the 3rd phase perpendicular register drive electrode 44. Hereafter, the electrode structure shown in drawing 27 is described to be the electrode structure of an AND mold.

[0077] By using combining the electrode structure of OR mold explained above, and the electrode structure of an AND mold within one CCD series, the mosaic array of the arbitration by two-step sensibility can be built. For example, what is necessary is just to

combine the electrode structure of OR mold, and the electrode structure of an AND mold, as shown in drawing 28 in order to realize the mosaic array of sensibility among the color and the sensibility mosaic pattern P1 shown in drawing 5 .

[0078] If drawing 5 is compared with drawing 28 , the electrode structure of an AND mold will be adopted as low sensibility S0 pixel among two steps of sensibility S0 and S1, and the electrode structure of OR mold will be adopted as the pixel of high sensitivity S1 so that clearly. Thus, if it reads to the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 and a pulse voltage is impressed to CCD series 4 constituted combining the electrode structure of OR mold and an AND mold Charge read-out is performed only by the pixel of OR mold, and if it reads to coincidence and a pulse voltage is impressed to the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 and the 3rd phase perpendicular register drive electrode 44, charge read-out will come to be performed in both OR mold and an AND mold, i.e., all pixels.

[0079] In addition, the supply timing of a pulse voltage to the 2nd phase perpendicular register drive electrode 43 and the 3rd phase perpendicular register drive electrode 44 In with a charge read-out pulse voltage [ of this drawing (D) among the control timing shown in drawing 23 (or drawing 24 ) / 1st ] supply timing, and the supply timing of the charge read-out pulse voltage of this drawing (F) If both the 2nd phase and the 3rd phase are driven and it is made to drive only the 2nd phase in with a charge read-out pulse voltage [ of this drawing (D) / 2nd ] supply timing, the pixel of the electrode structure of OR mold will serve as high sensitivity S1, and the pixel of the electrode structure of an AND mold will serve as the low sensibility S0.

[0080] By the same approach, the mosaic array of the sensibility which has two steps of other sensibility can be built. For example, in order to realize the mosaic pattern of sensibility among the color and the sensibility mosaic pattern P2 shown in drawing 6 , OR mold and an AND mold are combined as shown in drawing 29 . In order to realize the mosaic pattern of sensibility among the color and the sensibility mosaic pattern P3 shown in drawing 7 , OR mold and an AND mold are combined as shown in drawing 30 . In order to realize the mosaic pattern of sensibility among the color and the sensibility mosaic pattern P4 shown in drawing 8 , OR mold and an AND mold are combined as shown in drawing 31 . In order to realize the mosaic pattern of sensibility among the color and the sensibility mosaic pattern P5 shown in drawing 9 , OR mold and an AND mold are combined as shown in drawing 32 .

[0081] Next, although DEMOZAIKU processing of the image-processing system centering on the image-processing section 7 is explained, the definition of the position coordinate of a pixel used in the following explanation before that is explained with

reference to drawing 33 .

[0082] Drawing 33 shows the system of coordinates (x y) which show the location of the pixel on an image. That is, the lower left edge of an image is set to (0, 0), and the top right corner of an image is set to (xmax, ymax). Each pixel expressed with \*\* all over drawing has the breadth and the dip of the length 1, and is arranged on the grid. It follows, for example, the coordinates of the core of the pixel of a lower left edge are (0.5, 0.5), and the coordinates of the core of the pixel of a top right corner are (xmax-0.5, ymax-0.5). Moreover, in the following explanation, although a phase may use half-pixel gap \*\*\*\*\* (pixel data of the location expressed with · all over drawing) in all directions to each pixel expressed with \*\*, the coordinates of the image data from which the phase shifted in all directions to the pixel of a lower left edge only in the half-pixel are (1, 1), for example.

[0083] Next, drawing 34 shows the outline of DEMOZAiku processing of the 1st of the image-processing system centering on the image-processing section 7.

[0084] The 1st DEMOZAiku processing consists of the sensibility equalization processing which equalizes sensibility and generates a color mosaic image, and the color correction processing which restores the RGB component of each pixel of a color and the sensibility mosaic image M, without changing the color of the pixel of the color and sensibility mosaic image obtained by processing of an image pick-up system, as shown in drawing 34 .

[0085] The outline of the 1st sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAiku processing is explained with reference to drawing 35 thru/or drawing 37 . Drawing 35 thru/or drawing 37 show the predetermined pixel array of one line of the image processed. X0 shows that a color component is X (for example, R (red)), and two steps of sensibility are S0 of S0 and S1. X1 It is shown that a color component is X and two steps of sensibility are S1 of S0 and S1. Y0 A color component is Y (for example, G (green)), it is shown that two steps of sensibility are S0 of S0 and S1, a color component is Y and Y1 shows that two steps of sensibility are S1 of S0 and S1. The pixel of sensibility S0 attenuates the reinforcement of incident light at a predetermined rate, and measures the strength of the light, and the pixel of sensibility S1 measures the strength of the light, without attenuating the reinforcement of incident light. Moreover, the axis of abscissa of this drawing shows the location on Rhine of a pixel, and the die length of a vertical line shows the pixel value of a corresponding pixel.

[0086] The 1st sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAiku processing can be classified to two steps of processings. Drawing 35 shows the pixel value of the predetermined pixel of one line of a color and a sensibility mosaic image before 1st

sensibility equalization processing is performed. In addition, Curve X shows the intensity distribution of the color X of incident light, and Curve Y shows the intensity distribution of a color Y.

[0087] When threshold  $\theta_H$  shows the saturation level of CCD series 4 and the reinforcement of incident light exceeds threshold  $\theta_H$ , the reinforcement cannot be measured correctly but the measured value turns into a value equal to threshold  $\theta_H$ . Threshold  $\theta_L$  shows the noise level of CCD series 4, and it gets down from it, and also when the reinforcement of incident light is smaller than threshold  $\theta_L$ , the reinforcement cannot be measured correctly but the measured value turns into a value equal to threshold  $\theta_L$ .

[0088] An effectiveness distinction result is information which shows whether the information which shows whether each pixel has measured the reinforcement of incident light correctly, i.e., the measured pixel value of each pixel, is effective V (Valid), or it is Invalid I (Invalid).

[0089] The scaling of the pixel value of the pixel of sensibility  $S_0$  is carried out by the 1st step of processings of the 1st sensibility equalization processing using the relative ratio of the sensibility  $S_0$  to sensibility  $S_1$ . The scaling of the pixel value of the pixel of sensibility  $S_1$  is not carried out. Drawing 36 shows the result of having performed the 1st step of processings of the 1st sensibility equalization processing. Although, as for the pixel with an effective effectiveness distinction result, original optical reinforcement is restored by the scaling as shown in this drawing where the 1st step of processings are performed, as for the invalid pixel, original optical reinforcement is not restored.

[0090] So, in the 2nd step of processings of the 1st sensibility equalization processing, the invalid pixel value of a pixel is interpolated using the pixel value of a pixel with the same effective color of the near. Drawing 37 shows the result of having performed the 2nd step of processings of the 1st sensibility equalization processing. for example, the interpolation curve Y which is the invalid of the center of drawing 37 and is generated using the pixel value of the pixel of the color Y with near effective [ the pixel of a color Y ] -- ' -- it follows and interpolates.

[0091] Next, the outline of the 2nd sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAIKU processing is explained with reference to drawing 35 , drawing 38 , and drawing 39 . The 2nd sensibility equalization processing can also be classified to two steps of processings. The pixel value which is the pixel which is predetermined one line of the color and a sensibility mosaic image before 2nd sensibility equalization processing is performed presupposes that it is the same as that of drawing 35 .

[0092] By the 1st step of processings of the 2nd sensibility equalization processing, the



pixel value in sensibility S0 and the pixel value in sensibility S1 are presumed, without changing the color of each pixel. For example, it is a color X, and about the pixel of sensibility S0, the pixel value in sensibility S0 is used as it is, it is the color X to which the estimate in sensibility S1 exists in near, and is interpolated using the pixel value of the pixel of sensibility S1. Drawing 38 shows the result of having performed the 1st step of processings of the 2nd sensibility equalization processing. As shown in this drawing, as for each pixel, it has the pixel value of the sensibility S0 of the original color, and the pixel value of sensibility S1 by having performed the 1st step of processings.

[0093] In the 2nd step of processings of the 2nd sensibility equalization processing, the pixel value of sensibility S0 and the pixel value of sensibility S1 are compounded for every pixel, and sensibility is equalized. Drawing 39 shows the result of having performed the 2nd step of processings of the 2nd sensibility equalization processing.

[0094] Next, drawing 40 shows the outline of DEMOZAIKU processing of the 2nd of the image-processing system centering on the image-processing section 7.

[0095] As shown in drawing 40 , the 2nd DEMOZAIKU processing changes into the color optimal for sensibility equalization the color of the pixel of the color and sensibility mosaic image obtained by processing of an image pick-up system, equalizes sensibility, and consists of the sensibility equalization processing which generates a color mosaic image, and the color correction processing which restores the RGB component of each pixel of a color and the sensibility mosaic image M.

[0096] The outline of the 1st sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing is explained with reference to drawing 35 , drawing 41 , and drawing 42 .

[0097] The 1st sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing can also be classified to two steps of processings. The pixel value which is the pixel which is predetermined one line of the color and a sensibility mosaic image before 1st sensibility equalization processing is performed presupposes that it is the same as that of drawing 35 .

[0098] The scaling of the pixel value of the pixel of sensibility S0 is carried out by the 1st step of processings of the 1st sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing using the relative ratio of the sensibility S0 to sensibility S1. The scaling of the pixel value of the pixel of sensibility S1 is not carried out. Drawing 41 shows the result of having performed the 1st step of processings of the 1st sensibility equalization processing. Where the 1st step of processings are performed, as shown in this drawing, as for the pixel whose pixel whose effectiveness distinction result is effective V is Invalid I although original optical reinforcement is restored by the scaling,

original optical reinforcement is not restored.

[0099] So, in the 2nd step of processings of the 1st sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing, the invalid pixel value of a pixel is interpolated using the pixel value of a nearby, effective pixel irrespective of the color. Drawing 42 shows the result of having performed the 2nd step of processings of the 1st sensibility equalization processing. for example, the interpolation curve X generated using the pixel value of the pixel of the effective color X which adjoins the pixel concerned as it is the invalid of the center of drawing 41 and the pixel of a color Y is shown in drawing 42 -- ' -- it is based and the pixel value of a color X is interpolated.

[0100] Next, the outline of the 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing is explained with reference to drawing 35 , drawing 43 , and drawing 44 . The 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing can also be classified to two steps of processings. The pixel value which is the pixel which is predetermined one line of the color and a sensibility mosaic image before 2nd sensibility equalization processing is performed presupposes that it is the same as that of drawing 35 .

[0101] In the 1st step of processings of the 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing, the pixel value of the pixel of near located more in near irrespective of a color is used to each pixel, and the pixel value in sensibility S0 and the pixel value in sensibility S1 are presumed. For example, when the pixel which adjoins the pixel concerned is a color Y as estimate of the pixel of a color X, the estimate in the sensibility S1 of a color Y and the pixel value in sensibility S1 are interpolated. Drawing 43 shows the result of having performed the 1st step of processings of the 2nd sensibility equalization processing. As shown in this drawing, by having performed the 1st step of processings, each pixel is changed into the color of the pixel which adjoined irrespective of the original color, and has the pixel value in sensibility S0, and the pixel value in sensibility S1.

[0102] In the 2nd step of processings of the 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing, the pixel value of sensibility S0 and the pixel value of sensibility S1 are compounded for every pixel, and sensibility is equalized. Drawing 44 shows the result of having performed the 2nd step of processings of the 2nd sensibility equalization processing.

[0103] Next, the 1st example of a configuration of the image processing section 7 which mainly performs 1st DEMOZAIKU processing is explained with reference to drawing 45 . Except for the following, especially the case where there is a notice, a color and a sensibility mosaic image are the color and the sensibility mosaic pattern P2 of drawing

6 , i.e., the color of a pixel is a color of either of the three primary colors RGB, and sensibility presupposes that it is one of S0 and S1. However, the configuration explained below and actuation can also be applied to the color and sensibility mosaic image which consists of three colors other than RGB, and the color and sensibility mosaic image which consist of four colors.

[0104] In the 1st example of a configuration of the image-processing section 7, the color and sensibility mosaic image from an image pick-up system are supplied to the sensibility equalization section 51. The color mosaic-pattern information which shows the color mosaic array of a color and a sensibility mosaic image is supplied to the sensibility equalization section 51 and the color interpolation section 52. The sensibility mosaic-pattern information which shows the sensibility mosaic array of a color and a sensibility mosaic image is supplied to the sensibility equalization section 51.

[0105] Based on color mosaic-pattern information and sensibility mosaic-pattern information, by performing sensibility equalization processing to a color and a sensibility mosaic image, the sensibility equalization section 51 generates the color mosaic image M with which sensibility was equalized, without changing the color of each pixel, and outputs it to the color interpolation section 52.

[0106] The color interpolation section 52 generates the output images R, G, and B by performing color interpolation processing using color mosaic-pattern information to the color mosaic image M from the sensibility equalization section 51.

[0107] In addition, color mosaic-pattern information is information which shows the class (in the case of now one color of R, G, and B) of color of each pixel of a color and a sensibility mosaic image, and is made by making a pixel location into an index as [ acquire / the information on the color component which the pixel has ].

[0108] Sensibility mosaic-pattern information is information which shows the class (in the case of now S0 or S1) of sensibility of each pixel of a color and a sensibility mosaic image, and is made as [ acquire / the information on the sensibility of the pixel ] by making a pixel location into an index.

[0109] Drawing 46 shows the 1st example of a configuration of the sensibility equalization section 51. The 1st example of a configuration concerned is an example of a configuration of the sensibility equalization section 51 which performs 1st sensibility equalization processing explained with reference to drawing 35 thru/or drawing 37 .

[0110] In the 1st example of a configuration of the sensibility equalization section 51, the color and sensibility mosaic image from an image pick-up system are supplied to the sensibility compensation section 61 and the effectiveness distinction section 63. Color mosaic-pattern information is supplied to the lack interpolation section 64. Sensibility

mosaic-pattern information is supplied to the sensibility compensation section 61 and the effectiveness distinction section 63.

[0111] Based on the relative sensibility value  $S$  acquired from the relative sensibility value LUT 62, the sensibility compensation section 61 gives sensibility compensation to a color and a sensibility mosaic image, and outputs it to the lack interpolation section 64. The relative sensibility value LUT 62 is a look-up table which outputs the relative sensibility value  $S$  by making sensibility of a pixel into an index.

[0112] By comparing the pixel value of each pixel of a color and a sensibility mosaic image with threshold  $\theta_H$  of saturation level, and  $\theta_L$  of a noise level, the effectiveness distinction section 63 distinguishes the effectiveness of a pixel value, and supplies it to the lack interpolation section 64 by making the result into distinction information. Effective (Valid) or the information which shows an invalid (Invalid) is described about the pixel value of each pixel by distinction information.

[0113] By performing lack interpolation processing to the color and sensibility mosaic image by which sensibility compensation was carried out based on the distinction information from the effectiveness distinction section 63, the lack interpolation section 64 generates the color mosaic image  $M$ , and outputs it to the latter color interpolation section 52.

[0114] Drawing 47 shows the example of a configuration of the color interpolation section 52. In the color interpolation section 52, the color mosaic image  $M$  from the sensibility equalization section 51 is supplied to the gradation transducer 71. Color mosaic-pattern information is supplied to the color difference image generation sections 72 and 73 and the brightness image generation section 74.

[0115] The gradation transducer 71 performs gradation transform processing to the color mosaic image  $M$ , and supplies the modulation color mosaic image  $M_g$  obtained to the color difference image generation sections 72 and 73 and the brightness image generation section 74. As gradation transform processing, conversion by the exponentiation function of  $\gamma$  etc. is specifically used.

[0116] Using the modulation color mosaic image  $M_g$ , all pixels generate the color difference image  $C$  which has a color difference  $C (= R-G)$  component, and supply the color difference image generation section 72 to the brightness image generation section 74 and the color space conversion section 75. Using the modulation color mosaic image  $M_g$ , all pixels generate the color difference image  $D$  which has a color difference  $D (= B-G)$  component, and supply the color difference image generation section 73 to the brightness image generation section 74 and the color space conversion section 75. The brightness image generation section 74 generates the brightness image  $L$  using the

modulation mosaic image Mg and color-difference signals C and D, and supplies it to the color space conversion section 75.

[0117] The color space conversion section 75 performs color space conversion processing to the color difference images C and D and the brightness image L, and supplies the modulation image (image with which each pixel has a RGB component, respectively) obtained to the gradation inverse transformation section 76 thru/or 78.

[0118] By squaring the pixel value of R component from the color space conversion section 75 ( $1/\gamma$ ), the gradation inverse transformation section 76 performs inverse transformation of the gray scale conversion in the gradation transducer 71, and obtains the output image R. By squaring the pixel value of G component from the color space conversion section 75 ( $1/\gamma$ ), the gradation inverse transformation section 77 performs inverse transformation of the gray scale conversion in the gradation transducer 71, and obtains the output image G. By squaring the pixel value of B component from the color space conversion section 75 ( $1/\gamma$ ), the gradation inverse transformation section 78 performs inverse transformation of the gray scale conversion in the gradation transducer 71, and obtains the output image B.

[0119] In addition, when the color mosaic image M supplied from the sensibility equalization section 51 has accomplished the Bayer array, in the color interpolation section 52, it may be made to perform color interpolation processing using the conventional approach currently indicated by JP,61-501424,A etc.

[0120] Drawing 48 shows the example of a configuration of the color difference image generation section 72. In the color difference image generation section 72, the modulation color mosaic image Mg from the gradation transducer 71 is supplied to the smoothing sections 81 and 82. Color mosaic-pattern information is also supplied to the smoothing sections 81 and 82.

[0121] By interpolating R component of the pixel concerned to each pixel using the pixel value of the pixel of near which has R component, the smoothing section 81 generates image R' of graduated R component, and supplies it to a subtractor 83. By interpolating G component of the pixel concerned to each pixel using the pixel value of the pixel of near which has G component, the smoothing section 82 generates image G' of graduated G component, and supplies it to a subtractor 83.

[0122] a subtractor -- 83 -- smoothing -- the section -- 81 -- from -- graduating -- having -- R -- a component -- an image -- R -- ' -- a pixel -- a value -- from -- smoothing -- the section -- 82 -- from -- graduating -- having -- G -- a component -- an image -- G -- ' -- corresponding -- a pixel -- a pixel -- a value -- subtracting -- things -- the color difference image C -- generating -- the color space conversion section 75 -- supplying .

[0123] In addition, the color difference image generation section 73 is constituted similarly.

[0124] Drawing 49 shows the example of a configuration of the brightness image generation section 74. The brightness calculation section 91 which constitutes the brightness image generation section 74 computes the brightness candidate value of each pixel based on the modulation color mosaic image Mg, the color difference image C from the color difference image generation section 72, the color difference image D from the color difference image generation section 73, and color mosaic-pattern information from the gradation transducer 71, and outputs the brightness candidate value image Lc which consists of a brightness candidate value of each pixel to the noise rejection section 92.

[0125] the noise rejection section 92 is smooth to each pixel value (brightness candidate value) of the brightness candidate value image Lc -- by compounding a degassed part (after-mentioned), a noise is removed and the brightness image L obtained is outputted to the color space conversion section 75.

[0126] Next, the 1st DEMOZAIKU processing by the 1st example of a configuration of the image-processing section 7 shown in drawing 45 is explained to drawing 50 with reference to a flow chart.

[0127] In step S1, based on color mosaic-pattern information and sensibility mosaic-pattern information, the sensibility equalization section 51 performs sensibility equalization processing to a color and a sensibility mosaic image, and outputs the obtained color mosaic image M to the color interpolation section 52.

[0128] The detail of the 1st sensibility equalization processing by the 1st example of a configuration of the sensibility equalization section 51 shown in drawing 46 is explained with reference to the flow chart of drawing 51.

[0129] In step S11, the sensibility compensation section 61 performs sensibility compensation processing to the inputted color and sensibility mosaic image, and supplies the color and sensibility mosaic image by which sensibility compensation was carried out to the lack interpolation section 64.

[0130] The detail of sensibility compensation processing is explained with reference to the flow chart of drawing 52. In step S21, it judges whether the sensibility compensation section 61 made the attention pixel all the pixels of a color and a sensibility mosaic image, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S22. In step S22, it determines 1 pixel of sensibility compensation sections 61 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0131] In step S23, by referring to sensibility mosaic-pattern information, the sensibility compensation section 61 acquires the sensibility (S0 or S1) of an attention pixel, and acquires the relative sensibility value S corresponding to the sensibility of an attention pixel by referring to the relative sensibility value LUT 62 further.

[0132] In step S24, the sensibility compensation section 61 compensates the sensibility of the pixel value by doing the division of the pixel value of the attention pixel of a color and a sensibility mosaic image with the relative sensibility value S. Let the pixel value compensated for sensibility be the pixel value of the color and sensibility mosaic image by which sensibility compensation was carried out.

[0133] Step S21 thru/or processing of S24 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S21. In step S21, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, the return of the processing is carried out to step S12 of drawing 51.

[0134] In step S12, by performing effectiveness distinction processing to a color and a sensibility mosaic image, the effectiveness distinction section 63 generates the distinction information which shows the effectiveness of the pixel value of each pixel, and supplies it to the lack interpolation section 64. In addition, effective distinction processing of step S12 is parallel, and may be made to perform sensibility compensation processing of step S61.

[0135] The detail of effectiveness distinction processing is explained with reference to the flow chart of drawing 53. In step S31, it judges whether the effectiveness distinction section 63 made the attention pixel all the pixels of a color and a sensibility mosaic image, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S32. In step S32, it determines 1 pixel of effectiveness distinction sections 63 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0136] In step S33, the effectiveness distinction section 63 judges whether the pixel value of the attention pixel of a color and a sensibility mosaic image is within the limits of threshold  $\theta_L$  of a noise level, and threshold  $\theta_H$  of saturation level, and when it judges with it being within the limits of a threshold, it progresses to step S34.

[0137] In step S34, the effectiveness distinction section 63 confirms distinction information on an attention pixel. Processing returns to step S31.

[0138] In step S33, when it judges with the pixel value of the attention pixel of a color and a sensibility mosaic image not being within the limits of a threshold, it progresses to step S35. In step S35, the effectiveness distinction section 63 judges whether the pixel value of the attention pixel of a color and a sensibility mosaic image is more than

threshold  $\theta_H$  of saturation level, and when it judges with it being more than threshold  $\theta_H$  of saturation level, it progresses to step S36.

[0139] In step S36, the effectiveness distinction section 63 progresses to step S34, when it judges with an attention pixel judging whether it is sensibility  $S_0$ , and it being sensibility  $S_0$  by referring to sensibility mosaic-pattern information, and when it judges with an attention pixel not being sensibility  $S_0$ , it progresses to step S37.

[0140] In step S37, the effectiveness distinction section 63 makes distinction information on an attention pixel an invalid. Processing returns to step S31.

[0141] In step S35, when it judges with the pixel value of the attention pixel of a color and a sensibility mosaic image not being more than threshold  $\theta_H$  of saturation level, it progresses to step S38. In step S38, the effectiveness distinction section 63 progresses to step S34, when it judges with an attention pixel judging whether it is sensibility  $S_1$ , and it being sensibility  $S_1$  by referring to sensibility mosaic-pattern information, and when it judges with an attention pixel not being sensibility  $S_1$ , it progresses to step S37.

[0142] Then, in step S31, step S31 thru/or processing of 38 are repeated until it is judged with having made all the pixels into the attention pixel. In step S31, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, the return of the processing is carried out to step S13 of drawing 51.

[0143] In step S13, based on the distinction information from the effectiveness distinction section 63, the lack interpolation section 64 performs lack interpolation processing to the color and sensibility mosaic image by which sensibility compensation was carried out, and supplies the obtained color mosaic image  $M$  to the color interpolation section 52.

[0144] The detail of lack interpolation processing is explained with reference to the flow chart of drawing 54. In step S41, it judges whether the lack interpolation section 64 made the attention pixel all the pixels of the color and sensibility mosaic image by which sensibility compensation was carried out, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S42. In step S42, it determines 1 pixel of lack interpolation sections 64 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of the color and sensibility mosaic image by which sensibility compensation was carried out to an upper right pixel.

[0145] In step S43, when it judges whether the lack interpolation section 64 has the invalid distinction information on an attention pixel and judges with the distinction information on an attention pixel being invalid, it progresses to step S44.

[0146] In step S44 the lack interpolation section 64 By referring to color mosaic-pattern information, it is the class (in now) of color of an attention pixel. The color of either of



having made return and all the pixels the attention pixel at step S61. In step S61, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, the return of the processing is carried out to step S53 of drawing 55.

[0158] In addition, since the color difference image generation section 72 of the processing whose color difference image generation section 73 generates the color difference image D mentioned above is the same as that of the 1st processing which generates the color difference image C, the explanation is omitted.

[0159] In step S53, the brightness image generation section 74 generates the brightness image L using the modulation mosaic image Mg and color-difference signals C and D, and supplies it to the color space conversion section 75.

[0160] The detail of brightness image generation processing of the brightness image generation section 74 is explained with reference to the flow chart of drawing 57. In step S71, it judges whether the brightness calculation section 91 made the attention pixel all the pixels of the modulation color mosaic image Mg, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S72. In step S72, it determines 1 pixel of brightness calculation sections 91 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of the modulation color mosaic image Mg to an upper right pixel.

[0161] In step S73, the brightness calculation section 91 judges the class (in the case of now one color of the RGB) of color of an attention pixel with reference to color mosaic-pattern information.

[0162] In step S73, when judged with the class of color of an attention pixel being R, processing progresses to step S74. In step S74, the brightness calculation section 91 computes the pixel value corresponding to the attention pixel of the brightness candidate image Lc by applying the pixel value corresponding to the modulation color mosaic image Mg and the attention pixel of color-difference signals C and D to a degree type (1).

$$Lc=3Mg \cdot 2 C+D \dots (1)$$

[0163] In step S73, when judged with the class of color of an attention pixel being G, processing progresses to step S75. In step S75, the brightness calculation section 91 computes the pixel value corresponding to the attention pixel of the brightness candidate image Lc to a degree type (2) with the application of the pixel value corresponding to the modulation color mosaic image Mg and the attention pixel of color-difference signals C and D.

$$Lc=3 Mg+C+D \dots (2)$$

[0164] In step S73, when judged with the class of color of an attention pixel being B,

processing progresses to step S76. In step S76, the brightness calculation section 91 computes the pixel value corresponding to the attention pixel of the brightness candidate image  $L_c$  to a degree type (3) with the application of the modulation color mosaic image  $M_g$  and the pixel values  $M_g$ ,  $C$ , and  $D$  corresponding to the attention pixel of color-difference signals  $C$  and  $D$ .

$$L_c = 3 M_g + C \cdot 2D \dots (3)$$

[0165] In addition, in a formula (1) thru/or (3),  $L_c$ ,  $M_g$ ,  $C$ , and  $D$  are the brightness candidate image  $L_c$  corresponding to an attention pixel, the modulation color mosaic image  $M_g$ , a color-difference signal  $C$ , and the pixel value of the color difference image  $D$ , respectively.

[0166] Step S71 thru/or processing of S76 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S71. In step S71, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, processing progresses to step S77.

[0167] The brightness candidate image  $L_c$  generated by step S71 explained above thru/or processing of S76 is supplied to the noise rejection section 92.

[0168] In step S77, it judges whether the noise rejection section 92 made the attention pixel all the pixels of the modulation color mosaic image  $M_g$ , and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S78. In step S78, it determines 1 pixel of noise rejection sections 92 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of the modulation color mosaic image  $M_g$  to an upper right pixel.

[0169] In step S79, the noise rejection section 92 computes inclination \*\* (gradient) corresponding to an attention pixel by applying the pixel value (brightness candidate value) of the pixel located in the four directions of an attention pixel to a degree type (4). In addition, inclination \*\* is a vector which uses the 1st order fine multiplier of the horizontal direction and perpendicular direction of an image as an element. Moreover, the pixel value (brightness candidate value) of the pixel located in the four directions of an attention pixel is set to  $L_c(U)$ ,  $L_c(D)$ ,  $L_c(L)$ , and  $L_c(R)$ , respectively.

$$\text{inclination **} = (L_c(R) \cdot L_c(L) \text{ and } L_c(U) \cdot L_c(D)) \dots (4)$$

[0170] In step S80, the noise rejection section 92 computes the horizontal smoothing component  $H_h$  and the vertical smoothing component  $H_v$  corresponding to an attention pixel by applying the pixel value (brightness candidate value) of the pixel located in the four directions of an attention pixel to a degree type (5) and (6).

$$H_h = (L_c(L) + L_c(R)) / 2 \dots (5)$$

$$H_v = (L_c(U) + L_c(D)) / 2 \dots (6)$$

[0171] In step S81, the noise rejection section 92 computes the horizontal smoothing contribution  $w_h$  and the vertical smoothing contribution  $w_v$  corresponding to absolute value  $||**||$  of inclination  $**$  corresponding to the attention pixel computed at step S79.

[0172] When the absolute value of inclination  $**$  is larger than 0, as shown in a degree type (7), the absolute value of the inner product of the inclination  $**/||**||$  and the vector (1 0) which normalized is subtracted from 1, and, specifically, the horizontal smoothing contribution  $w_h$  is obtained. Moreover, as shown in a degree type (8), the absolute value of the inner product of the inclination  $**/||**||$  and the vector (0 1) which normalized is subtracted from 1, and the vertical smoothing contribution  $w_v$  is obtained.

$$w_h = 1 - |(**/||**||, (1\ 0))| \dots (7)$$

$$w_v = 1 - |(**/||**||, (0\ 1))| \dots (8)$$

[0173] When the absolute value of inclination  $**$  is 0, the horizontal smoothing contribution  $w_h$  and the horizontal vertical smoothing contribution  $w_v$  are set to 0.5, respectively.

[0174] In step S82, the noise rejection section 92 computes the pixel value (brightness value) of the brightness image L corresponding to an attention pixel using a degree type (9).

$$L = L_c + (w_h \cdot H_h + w_v \cdot H_v) / (w_h + w_v) \dots (9)$$

[0175] In addition, in a formula (9),  $L_c$  and  $L$  are the pixel values of the brightness candidate image  $L_c$  corresponding to an attention pixel, and the brightness image  $L$ , respectively.

[0176] Step S77 thru/or processing of S82 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S77. In step S77, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, the return of the processing is carried out to step S54 of drawing 55.

[0177] In step S54, by performing color space conversion processing to the color difference images C and D and the brightness image L, each pixel generates the modulation image which has a RGB component, respectively, and supplies the color space conversion section 75 to the gradation inverse transformation section 76 thru/or 78.

[0178] The detail of color space conversion processing is explained with reference to the flow chart of drawing 58. In step S91, it judges whether the color space conversion section 75 made the attention pixel all the pixels of the brightness image L (the color difference image C or the color difference image D is sufficient), and when it judges with

having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S92. In step S92, it determines 1 pixel of color space conversion sections 75 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of the brightness image L to an upper right pixel.

[0179] In step S93, the color space conversion section 75 computes the value Rg of R component of the modulation image corresponding to an attention pixel, the value Gg of G component, and the value Bg of B component by applying the pixel value of the brightness image L corresponding to an attention pixel, the color difference image C, and the color difference image D to a degree type (10), (11), and (12).

$$Rg = (L + 2 \cdot C - D) / 3 \dots (10)$$

$$Gg = (L - C - D) / 3 \dots (11)$$

$$Bg = (L - C + 2D) / 3 \dots (12)$$

[0180] In addition, in a formula (10) thru/or (12), L, C, and D are the brightness image L corresponding to an attention pixel, a color-difference signal C, and the pixel value of the color difference image D, respectively.

[0181] Step S91 thru/or processing of S93 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S91. In step S91, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, the return of the processing is carried out to step S55 of drawing 55.

[0182] In step S55, the gradation inverse transformation section 76 generates the output image R to R component of each pixel of the modulation image supplied from the color space conversion section 75 by performing gradation inverse transformation processing corresponding to gradation transform processing of step S51 (1/gamma specifically squaring a pixel value). Similarly, the gradation inverse transformation section 77 generates the output image G to G component of each pixel of the modulation image supplied from the color space conversion section 75 by performing gradation inverse transformation processing corresponding to gradation transform processing of step S51. The gradation inverse transformation section 78 generates the output image B to B component of each pixel of the modulation image supplied from the color space conversion section 75 by performing gradation inverse transformation processing corresponding to gradation transform processing of step S51. The output images R, G, and BG are generated by color interpolation processing in which it explained above.

[0183] By the above, the explanation about the 1st DEMOZAIKU processing by the 1st example of a configuration of the image-processing section 7 shown in drawing 45 is ended.

[0184] Next, the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 51

which can be used instead of the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 51 shown in drawing 46 is explained with reference to drawing 59.

[0185] The 2nd example of a configuration concerned is an example of a configuration for the sensibility equalization section 51 to perform 2nd sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAIKU processing explained with reference to drawing 35, drawing 38, and drawing 39.

[0186] Hereafter, like the color and the sensibility mosaic pattern P10 of drawing 14, and the color and sensibility mosaic-pattern P1 grade of drawing 15 in a color and a sensibility mosaic image, the color of a pixel is a color of either of the three-primary-colors RGB, and it is explained that four steps of sensibility are the sensibility of S0, S1, S2, or S3. However, the configuration explained below and actuation can also be applied to the color and sensibility mosaic image which consists of three colors other than RGB, and the color and sensibility mosaic image which consist of four colors. Moreover, it is possible to apply to the color and sensibility mosaic pattern whose sensibility is two steps or a three-stage.

[0187] In the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 51, the color and the sensibility mosaic image, color mosaic-pattern information, and sensibility mosaic-pattern information from an image pick-up system are supplied to the interpolation section 101-1 thru/or 101-4.

[0188] The interpolation section 101-1 performs interpolation processing of sensibility S0, without changing the color of each pixel of a color and a sensibility mosaic image, and outputs the interpolation value corresponding to the sensibility S0 obtained to an adder 102. The interpolation section 101-2 performs interpolation processing of sensibility S1, without changing the color of each pixel of a color and a sensibility mosaic image, and outputs the interpolation value corresponding to the sensibility S1 obtained to an adder 102. The interpolation section 101-3 performs interpolation processing of sensibility S2, without changing the color of each pixel of a color and a sensibility mosaic image, and outputs the interpolation value corresponding to the sensibility S2 obtained to an adder 102. The interpolation section 101-4 performs interpolation processing of sensibility S3, without changing the color of each pixel of a color and a sensibility mosaic image, and outputs the interpolation value corresponding to the sensibility S3 obtained to an adder 102.

[0189] An adder 102 adds the sensibility S0 thru/or the interpolation value of S3 inputted from the interpolation section 101-1 thru/or 101-4 for every pixel, and supplies the sum to the synthetic sensibility compensation section 103 as a pixel value of a color mosaic candidate image.

[0190] The synthetic sensibility compensation section 103 generates the color mosaic image M which tests by comparison the pixel value of the color mosaic candidate image supplied from an adder 102 to the synthetic sensibility compensation LUT 104, and makes a pixel value the value acquired, and supplies it to the color interpolation section 52. The synthetic sensibility compensation LUT 104 is made as [ acquire / the pixel value of the color mosaic image M ] by making the pixel value of a color mosaic candidate image into an index.

[0191] The 2nd sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAIKU processing by the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 51 shown in drawing 59 is explained with reference to the flow chart of drawing 60 .

[0192] In step S101, it judges whether the interpolation section 101-1 thru/or 101-4 made the attention pixel all the pixels of a color and a sensibility mosaic image, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S102. In step S102, it determines the interpolation section 101-1 thru/or 101-4 [ 1-pixel ] at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0193] In step S103, by performing interpolation processing, without changing the color of each pixel of a color and a sensibility mosaic image, the interpolation section 101-1 thru/or 101-4 generate the interpolation value corresponding to sensibility S0, S1, and S2 or sensibility S3, respectively, and outputs it to an adder 102.

[0194] Interpolation processing of the sensibility S0 by the interpolation section 101-1 is explained with reference to the flow chart of drawing 61 . In step S111, the color of the interpolation section 101-1 is the same as that of an attention pixel among the pixels (for example, 5x5 pixels centering on an attention pixel) located near the attention pixel of a color and a sensibility mosaic image, and the pixel whose sensibility is S0 is detected and the pixel value of the detected pixel (it is hereafter described as a reference pixel) is extracted.

[0195] In step S112, only the number of reference pixels acquires the filter factor beforehand set up corresponding to the relative location to the attention pixel of the reference pixel which the interpolation section 101-1 detected. In step S113, the interpolation section 101-1 carries out the multiplication of the pixel value of each reference pixel, and the corresponding filter factor, and calculates total of those products. Furthermore, do a division by total of the filter factor using total of the product, and let the quotient be a interpolation value corresponding to the sensibility S0 of an attention pixel. Processing returns to step S60 of drawing 60 .

[0196] In addition, since the interpolation section 101-2 the sensibility S1 by 101-3

thru/or interpolation processing of S3 are the same as interpolation processing of the sensibility S0 by the interpolation section 101-1 mentioned above, the explanation is omitted.

[0197] In step S104, an adder 102 adds the sensibility S0 thru/or the interpolation value of S3 corresponding to the attention pixel inputted from the interpolation section 101-1 thru/or 101-4, and supplies the sum to the synthetic sensibility compensation section 103 as a pixel value of the color mosaic candidate image corresponding to an attention pixel.

[0198] The synthetic sensibility compensation section 103 tests by comparison the pixel value of the color mosaic candidate image supplied from the adder 102 to the synthetic sensibility compensation LUT 104, and step S105 makes the acquired value the pixel value of the color mosaic image M corresponding to an attention pixel.

[0199] Step S101 thru/or processing of 105 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S101. In step S101, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, the 2nd sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAiku processing is ended.

[0200] In addition, color interpolation processing mentioned above with reference to the flow chart of drawing 55 after the 2nd sensibility equalization processing is performed.

[0201] Next, the 2nd processing which generates the color difference image C which generates the color difference image C mentioned above, and which can perform the color difference image generation section 72 instead of the 1st processing ( drawing 56 ) is explained with reference to the flow chart of drawing 62 .

[0202] In step S121, it judges whether the smoothing sections 81 and 82 made the attention pixel all the pixels of the modulation color mosaic image Mg, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S122. In step S122, it determines 1 pixel of smoothing sections 81 and 82 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of the modulation color mosaic image Mg to an upper right pixel.

[0203] In step S123, the smoothing section 81 calculates image gradient vector g corresponding to an attention pixel.

[0204] The detail of image gradient vector data processing is explained with reference to the flow chart of drawing 63 . In the image gradient vector data processing concerned, image gradient vector g is calculated among all the pixels of the color mosaic image Mg only using the pixel of one kind of predetermined color.

[0205] In addition, although selection of one kind of predetermined color is arbitrary, when the color mosaic pattern of the color mosaic image Mg is making the Bayer array,

since the pixel which has G component 2-double-exists as compared with the pixel which has R component, or the pixel which has B component, setting one kind of color to G makes sense, for example. Therefore, it assumes noting that the color mosaic pattern of the color mosaic image Mg is making the Bayer array and one kind of predetermined color is hereafter chosen as G, and explanation is continued.

[0206] In step S141, the smoothing section 81 progresses to step S142, when it judges whether the color of an attention pixel is G and judges with the color of an attention pixel being G. In this case, the color of 4 pixels which the color of 4 pixels located in the four directions of an attention pixel is not G, and adjoins in the direction of slant of an attention pixel is G.

[0207] In step S142 the smoothing section 81 Value [ of G component respectively corresponding to 4 pixels located in the four directions of an attention pixel ] G (U), Pixel value [ of a pixel ] G which has G component which adjoins the upper left of an attention pixel in G (D), G (L), and G (R) (LU), Pixel value [ of a pixel ] G which has G component which adjoins the lower left of an attention pixel (LD), With the application of pixel value [ of a pixel ] G (RU) which has G component which adjoins the upper right of an attention pixel, and pixel value [ of a pixel ] G (RD) which has G component which adjoins the lower right of an attention pixel, it interpolates to a degree type (13) thru/or a degree type (16).

$$G(U) = (G(LU) + G(RU))/2 \dots (13)$$

$$G(D) = (G(LD) + G(RD))/2 \dots (14)$$

$$G(L) = (G(LU) + G(LD))/2 \dots (15)$$

$$G(R) = (G(RU) + G(RD))/2 \dots (16)$$

[0208] In step S143, the smoothing section 81 computes vector g' to a degree type (17) thru/or a degree type (19) with the application of value [ of G component corresponding to 4 pixels located in the four directions of an attention pixel ] G (U), G (D), G (L), and G (R), respectively, and it computes gradient vector g by normalizing it like a degree type (20).

$$gh = G(R) - G(L) \dots (17)$$

$$gv = G(U) - G(D) \dots (18)$$

$$g' = (gh, gv) \dots (19)$$

$$g = g' / ||g'|| \dots (20)$$

[0209] In addition, in step S141, when judged with the color of an attention pixel not being G, processing progresses to step S144. In this case, the color of 4 pixels located in the four directions of an attention pixel is G.

[0210] In step S144, the pixel value of 4 pixels located in the four directions of an



attention pixel is acquired, and each is substituted for value G (U), G (D), G (L), and G (R).

[0211] Image gradient vector  $g$  corresponding to an attention pixel is calculated as mentioned above. In addition, image gradient vector  $g$  can be calculated by processing which was similar when the color mosaic pattern of the color mosaic image  $M_g$  was not making the Bayer array.

[0212] The return of the processing is carried out to step S124 of drawing 62.

[0213] In step S124, by referring to color mosaic-pattern information, the smoothing section 81 detects the pixel which has R component among the pixels near the attention pixel (for example, 5x5 pixels centering on an attention pixel), and extracts the pixel value of the detected pixel (it is hereafter described as a reference pixel). On the other hand, similarly, by referring to color mosaic-pattern information, the smoothing section 82 also detects the pixel which has G component among the pixels near the attention pixel, and extracts the pixel value of the detected pixel.

[0214] In step S125, the smoothing section 81 computes position vector  $n$  to each reference pixel which has R component from an attention pixel, respectively, and normalizes it. On the other hand, similarly, the smoothing section 82 also computes position vector  $n$  to each reference pixel which has G component from an attention pixel, respectively, and normalizes it.

[0215] In step S126, the smoothing section 81 computes the significance  $\omega$  over the reference pixel concerned by doing the division of the absolute value of the inner product of gradient vector  $g$  of an attention pixel, and position vector  $n$  from 1, and calculating  $\rho^{**}$  of the difference for every reference pixel which has R component, as shown in a degree type (21). On the other hand, the smoothing section 82 computes significance  $\omega$  similarly for every reference pixel which has G component. Here,  $\rho$  is a constant for adjusting the acutance of image of direction selection, and is set up beforehand.

$$\omega = (1 - |(n, g)|) \rho \dots (21)$$

[0216] In step S127, only the number of reference pixels acquires the filter factor beforehand set up corresponding to the relative location to the attention pixel of the reference pixel in which the smoothing section 81 has R component. Only the number of reference pixels acquires the filter factor to which the smoothing section 82 is similarly set beforehand on the other hand corresponding to the relative location to the attention pixel of the reference pixel which has G component.

[0217] In step S128, the smoothing section 81 carries out the multiplication of the pixel value of each reference pixel which has R component, and a corresponding filter factor

pr  
pa  
th  
[0:  
m:  
64  
m:  
se  
m:  
se  
[0  
w]  
m  
se  
in  
is  
m  
in  
[0  
pe  
th  
se  
[0  
ec  
a  
ec  
d]  
[C  
th  
se  
m  
m  
th  
[C  
v:

and significance omega, and calculates total of those products. Furthermore, the multiplication of the filter factor and significance omega corresponding to each reference pixel is carried out, and total of those products is calculated. On the other hand, the smoothing section 82 carries out the multiplication of a corresponding filter factor and significance omega to the pixel value of each reference pixel which has R component similarly, and calculates total of those products. Furthermore, the multiplication of the filter factor and significance omega corresponding to each reference pixel is carried out, and total of those products is calculated.

[0218] In step S129, the smoothing section 81 does the division of the total of the pixel value of each reference pixel which has R component calculated at step S128, a corresponding filter factor, and the product of significance omega by total of the product of the filter factor corresponding to each reference pixel, and significance omega, and taken as the pixel value corresponding to the attention pixel of image R' of only R component which had the quotient graduated. On the other hand, similarly, the smoothing section 82 also does the division of the total of the pixel value of each reference pixel which has G component calculated at step S128, a corresponding filter factor, and the product of significance omega by total of the product of the filter factor corresponding to each reference pixel, and significance omega, and the smoothing section 82 makes it the pixel value corresponding to the attention pixel of image G' of only G component which had the quotient graduated.

[0219] a step -- S -- 130 -- setting -- a subtractor -- 83 -- smoothing -- the section -- 81 -- from -- graduating -- having had -- R -- a component -- an image -- R -- ' -- attention -- pixel -- corresponding -- a pixel -- a value -- from -- smoothing -- the section -- 82 -- from -- graduating -- having had -- G -- a component -- an image -- G -- ' -- attention -- a pixel -- corresponding -- a pixel -- a value -- subtracting -- the difference -- the pixel value of the attention pixel of the color difference image C -- carrying out .

[0220] Step S121 thru/or processing of 130 are repeated until it is judged with the processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S121. In step S121, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, the color difference image generation processing concerned is ended, and a return is carried out to step S53 of drawing 55 .

[0221] In addition, since the color difference image generation section 72 of the 1st processing whose color difference image generation section 73 generates the color difference image D mentioned above is the same as that of the 2nd processing which generates the color difference image C, the explanation is omitted.

[0222] In the 2nd processing which generates the color difference image C, since the

to a color and a sensibility mosaic image, and outputs it to the lack interpolation section 124. The relative sensibility value LUT 122 is a look-up table which outputs the relative sensibility value S by making sensibility of a pixel into an index.

[0229] By comparing the pixel value of each pixel of a color and a sensibility mosaic image with threshold  $\theta_H$  of saturation level, and  $\theta_L$  of a noise level, the effectiveness distinction section 123 distinguishes the effectiveness of a pixel value, and supplies it to the lack interpolation section 124 by making the result into distinction information. Effective or the information which shows an invalid is described about the pixel value of each pixel by distinction information.

[0230] The pixel value whose distinction information is an effective pixel among all the pixels of the color and the sensibility mosaic image by which sensibility compensation was carried out based on the distinction information from the effectiveness distinction section 123 is used for the lack interpolation section 124 as it is, and the pixel value of the color component interpolates using the pixel value of the pixel which has the color existing [ in the color and the sensibility mosaic image with which sensibility compensation of the distinction information was carried out to the invalid pixel / most ]. Thus, it becomes easier to restore a high frequency component by using the pixel value of the pixel which has the color existing [ most ]. Furthermore, the lack interpolation section 124 updates color mosaic-pattern information corresponding to the color mosaic array of the generated color mosaic image M, and outputs it to the color interpolation section 112.

[0231] Next, although the 2nd example of a configuration of the image-processing section 7 shown in drawing 64 explains the 2nd mainly performed DEMOZAIKU processing, the most is the same as that of the 1st DEMOZAIKU processing mentioned above. Therefore, the 1st DEMOZAIKU processing mentioned above and different processing, i.e., lack interpolation processing of the lack interpolation section 124 which constitutes the sensibility equalization section 111, are explained with reference to the flow chart of drawing 66. Hereafter, in a color and a sensibility mosaic image, the pixel which has G component assumes that it exists most mostly. However, when most pixels which have other color components exist, it can process similarly.

[0232] In step S151, it judges whether the lack interpolation section 124 made the attention pixel all the pixels of the color and sensibility mosaic image by which sensibility compensation was carried out, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S152. In step S152, it determines 1 pixel of lack interpolation sections 124 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of the color and sensibility mosaic image by which sensibility

compensation was carried out to an upper right pixel.

[0233] In step S153, when it judges whether the lack interpolation section 124 has the invalid distinction information on an attention pixel and judges with the distinction information on an attention pixel being invalid, it progresses to step S154.

[0234] In step S154, with reference to color mosaic-pattern information, the lack interpolation section 124 is a pixel which has G component among the pixels near the attention pixel (for example, 5x5 pixels centering on an attention pixel), and detects a pixel with effective distinction information, and extracts the pixel value of the detected pixel (it is hereafter described as a reference pixel). Moreover, only the number of reference pixels acquires the filter factor to which the lack interpolation section 124 is beforehand set corresponding to the relative location to the attention pixel of a reference pixel. Furthermore, the lack interpolation section 124 carries out the multiplication of the corresponding filter factor to the pixel value of each reference pixel, and calculates total of those products. Furthermore, do a division by total of the filter factor using total of the product, and let the quotient be the pixel value of the attention pixel of the color mosaic image M.

[0235] In step S155, the lack interpolation section 124 updates the color of the attention pixel in color mosaic-pattern information to G.

[0236] In addition, in step S153, when judged with the distinction information on an attention pixel not being invalid, processing of step S154 and step S155 is skipped.

[0237] Step S151 thru/or processing of 155 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S151. In step S151, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, the lack interpolation processing concerned is ended and the obtained color mosaic image M and the updated color mosaic-pattern information are supplied to the latter color interpolation section 112.

[0238] Next, the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 111 which can be used instead of the 1st example of a configuration of the sensibility equalization section 111 shown in drawing 65 is explained with reference to drawing 67.

[0239] The 2nd example of a configuration concerned is an example of a configuration for the sensibility equalization section 111 to perform 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing explained with reference to drawing 35, drawing 43, and drawing 44.

[0240] Hereafter, like the color and the sensibility mosaic pattern P10 of drawing 14, and the color and sensibility mosaic-pattern P1 grade of drawing 15 in a color and a sensibility mosaic image, the color of a pixel is a color of either of the

three-primary-colors RGB, and it is explained that four steps of sensibility are the sensibility of S0, S1, S2, or S3. However, the configuration explained below and actuation can also be applied to the color and sensibility mosaic image which consists of three colors other than RGB, and the color and sensibility mosaic image which consist of four colors. Moreover, it is possible to apply to the color and sensibility mosaic pattern whose sensibility is two steps or a three-stage.

[0241] In the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 111, the color and the sensibility mosaic image, color mosaic-pattern information, and sensibility mosaic-pattern information from an image pick-up system are supplied to the interpolation section 132-1 thru/or 132-4. Color mosaic-pattern information is supplied also to the interpolation color decision section 131.

[0242] The interpolation color decision section 131 specifies the color (interpolation color) of the interpolation value interpolated by the interpolation section 132-1 thru/or 132-3 based on color mosaic-pattern information. Moreover, the interpolation color decision section 131 updates color mosaic-pattern information corresponding to the decision of a interpolation color.

[0243] Corresponding to assignment of the interpolation color from the interpolation color decision section 131, the interpolation section 131-1 performs interpolation processing of sensibility S0 to a color and a sensibility mosaic image, and outputs the interpolation value corresponding to the sensibility S0 obtained to an adder 133. Corresponding to assignment of the interpolation color from the interpolation color decision section 131, the interpolation section 131-2 performs interpolation processing of sensibility S1 to a color and a sensibility mosaic image, and outputs the interpolation value corresponding to the sensibility S1 obtained to an adder 133. Corresponding to assignment of the interpolation color from the interpolation color decision section 131, the interpolation section 131-3 performs interpolation processing of sensibility S2 to a color and a sensibility mosaic image, and outputs the interpolation value corresponding to the sensibility S2 obtained to an adder 133. Corresponding to assignment of the interpolation color from the interpolation color decision section 131, the interpolation section 131-4 performs interpolation processing of sensibility S3 to a color and a sensibility mosaic image, and outputs the interpolation value corresponding to the sensibility S3 obtained to an adder 133.

[0244] An adder 133 adds the sensibility S0 thru/or the interpolation value of S3 inputted from the interpolation section 132-1 thru/or 132-4 for every pixel, and supplies the sum to the synthetic sensibility compensation section 134 as a pixel value of a color mosaic candidate image.

[0245] The synthetic sensibility compensation section 134 generates the color mosaic image which tests by comparison the pixel value of the color mosaic candidate image supplied from an adder 133 to the synthetic sensibility compensation LUT 135, and makes a pixel value the value acquired, and supplies it to the color interpolation section 112. The synthetic sensibility compensation LUT 135 is made as [ acquire / the pixel value of a color and the sensibility mosaic image M ] by making the pixel value of a color mosaic candidate image into an index.

[0246] The 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing by the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 111 shown in drawing 67 is explained with reference to the flow chart of drawing 68 .

[0247] In step S161, it judges whether the interpolation section 132-1 thru/or 132-4 made the attention pixel all the pixels of a color and a sensibility mosaic image, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S162. In step S162, it determines the interpolation section 132-1 thru/or 132-4 [ 1-pixel ] at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0248] In step S163, the interpolation color decision section 131 performs interpolation color decision processing based on color mosaic-pattern information, and notifies the interpolation color of the obtained attention pixel to the interpolation section 132-1 thru/or 132-4.

[0249] The detail of interpolation color decision processing of the interpolation color decision section 131 is explained with reference to the flow chart of drawing 69 . In addition, the interpolation color decision processing concerned is assumed that the color mosaic array of a color and a sensibility mosaic image is making the Bayer array for the purpose of interpolating the pixel value of an attention pixel using a nearby pixel by the attention pixel.

[0250] In step S171, the interpolation color decision section 131 judges the color of an attention pixel by referring to color mosaic-pattern information.

[0251] In step S171, when judged with the color of an attention pixel being G, it progresses to step S172. In this case, the color of 4 pixels which adjoins in the direction of slant of an attention pixel is also G. In step S172, the interpolation color decision section 131 determines the interpolation color of an attention pixel as G, and notifies it to the interpolation section 132-1 thru/or 132-4. Furthermore, the interpolation color decision section 131 updates the color mosaic-pattern information corresponding to an attention pixel to G.

[0252] In step S171, when judged with the color of an attention pixel being R, it

progresses to step S173. In this case, the color of 4 pixels which adjoins in the direction of slant of an attention pixel is B. In step S173, the interpolation color decision section 131 determines the interpolation color of an attention pixel as B, and notifies it to the interpolation section 132-1 thru/or 132-4. Furthermore, the interpolation color decision section 131 updates the color mosaic-pattern information corresponding to an attention pixel to B.

[0253] In step S171, when judged with the color of an attention pixel being B, it progresses to step S174. In this case, the color of 4 pixels which adjoins in the direction of slant of an attention pixel is R. In step S174, the interpolation color decision section 131 determines the interpolation color of an attention pixel as R, and notifies it to the interpolation section 132-1 thru/or 132-4. Furthermore, the interpolation color decision section 131 updates the color mosaic-pattern information corresponding to an attention pixel to R.

[0254] Since according to interpolation color decision processing in which it explained above the interpolation color of an attention pixel is specified so that R and B of the color and sensibility mosaic image with which a color mosaic array makes a Bayer array may be replaced, making a Bayer array also for the updated color mosaic-pattern information is maintained.

[0255] The return of the processing is carried out to step S164 of drawing 68.

[0256] In step S164, by corresponding to assignment of the interpolation color from the interpolation color decision section 131, and performing interpolation processing to a color and a sensibility mosaic image, the interpolation section 132-1 thru/or 132-4 generate the interpolation value corresponding to sensibility S0, S1, and S2 or sensibility S3, respectively, and outputs it to an adder 133.

[0257] The interpolation section 132-1 has the color specified from the interpolation color specification part 131 among the pixels (for example, 5x5 pixels centering on an attention pixel) located near the attention pixel of a color and a sensibility mosaic image, and detects the pixel whose sensibility is S0, and, specifically, extracts the pixel value of the detected pixel (it is hereafter described as a reference pixel). Moreover, only the number of reference pixels acquires the filter factor beforehand set up corresponding to the relative location to the attention pixel of the reference pixel which the interpolation section 132-1 detected. Furthermore, the interpolation section 132-1 carries out the multiplication of the pixel value of each reference pixel, and the corresponding filter factor, and calculates total of those products. Furthermore, do a division by total of the filter factor using total of the product, and let the quotient be a interpolation value corresponding to the sensibility S0 of an attention pixel.

[0258] In addition, since the interpolation section 132-2 the sensibility S1 by 132-3 thru/or interpolation processing of S3 are the same as interpolation processing of the sensibility S0 by the interpolation section 132-1 mentioned above, the explanation is omitted.

[0259] In step S165, an adder 133 adds the sensibility S0 thru/or the interpolation value of S3 corresponding to the attention pixel inputted from the interpolation section 132-1 thru/or 132-4, and supplies the sum to the synthetic sensibility compensation section 133 as a pixel value of the color mosaic candidate image corresponding to an attention pixel.

[0260] The synthetic sensibility compensation section 134 tests by comparison the pixel value of the color mosaic candidate image supplied from the adder 133 to the synthetic sensibility compensation LUT 135, and step S166 makes the acquired value the pixel value of the color mosaic image M corresponding to an attention pixel.

[0261] Step S161 thru/or processing of 166 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S161. In step S161, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, the 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing is ended.

[0262] In addition, although color interpolation processing is performed by the color interpolation section 112 to the color mosaic image M obtained by 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing, since the processing is the same as the color interpolation processing mentioned above with reference to the flow chart of drawing 55, explanation is omitted.

[0263] Next, drawing 70 shows the outline of DEMOZAIKU processing of the 3rd of the image processing system centering on the image processing section 7.

[0264] Without changing the sensibility of the pixel of the color and sensibility mosaic image obtained by processing of the image pick-up section, as the 3rd DEMOZAIKU processing is shown in drawing 70 The color interpolation processing classified by sensibility which interpolates the RGB component of each pixel and generates the sensibility mosaic image MsR of R component, the sensibility mosaic image MsG of G component, and the sensibility mosaic image MsB of B component, It consists of the sensibility equalization processing which equalizes each sensibility of the sensibility mosaic image of R component, the sensibility mosaic image of G component, and the sensibility mosaic image of B component, and generates the output images R, G, and B.

[0265] The color interpolation processing classified by sensibility in the 3rd DEMOZAIKU processing becomes from the extract processing which extracts only the pixel of the same sensibility from a color and a sensibility mosaic image, color



interpolation processing of interpolating the pixel value of the RGB component of the pixel extracted by extract processing, and the insertion processing which compound the pixel value interpolated by color interpolation processing for every RGB component, and generates a sensibility mosaic image.

[0266] For example, in extract processing, from a color and a sensibility mosaic image as shown in drawing 71 (A), only the pixel of sensibility S1 is extracted and the color mosaic image McS1 as shown in drawing 71 (B) by which the pixel has been arranged in checkers is generated. The image Gs1 with which the pixel which is an image Rs1 and sensibility S1 as shown in drawing 71 (C) by which the pixel which is sensibility S1 and has R component has been arranged in checkers, and has G component has been arranged in checkers from the color mosaic image McS1 in color interpolation processing, and the image Bs1 with which the pixel which is sensibility S1 and has B component has been arranged in checkers are generated.

[0267] For example, in insertion processing, the image RS 0 as shown in drawing 72 (A) generated by color interpolation processing, and the image RS 1 as shown in drawing 72 (B) are put together, and the sensibility mosaic image MsR as shown in drawing 72 (C) is generated.

[0268] Next, the 3rd example of a configuration of the image-processing section 7 which mainly performs 3rd DEMOZAIKU processing is explained with reference to drawing 73.

[0269] In the 3rd example of a configuration of the image-processing section 7, the color and sensibility mosaic image from an image pick-up system are supplied to the color interpolation section 151 classified by sensibility. The color mosaic-pattern information which shows the color mosaic array of a color and a sensibility mosaic image is supplied to the color interpolation section 151 classified by sensibility. The sensibility mosaic-pattern information which shows the sensibility mosaic array of a color and a sensibility mosaic image is supplied to the color interpolation section 151 classified by sensibility and the sensibility equalization section 152 thru/or 154.

[0270] In addition, except for the following, especially the case where there is a notice, a color and a sensibility mosaic image presuppose that they are the color and the sensibility mosaic pattern P3 of drawing 7. that is, the color of a pixel is a color of either of the three-primary-colors RGB, on the other hand, it comes out of S0 and S1, and there is sensibility, and further, if only the pixel of sensibility S0 is observed irrespective of a color, they are arranged in the shape of a grid (checkered). Similarly, it is arranged in the shape of [ of the pixel of sensibility S1 ] a grid (checkered).

[0271] However, the configuration explained below and actuation can also be applied to

the color and sensibility mosaic image which consists of three colors other than RGB, and the color and sensibility mosaic image which consist of four colors.

[0272] The color interpolation section 151 classified by sensibility performs color interpolation processing classified by sensibility to a color and a sensibility mosaic image, and supplies the sensibility mosaic image MsR of R component obtained, the sensibility mosaic image MsG of G component, and the sensibility mosaic image MsB of B component to the sensibility equalization section 152 which corresponds, respectively thru/or 154.

[0273] The sensibility equalization section 152 generates the output image R by performing sensibility equalization processing to the sensibility mosaic image MsR of R component. The sensibility equalization section 153 generates the output image G by performing sensibility equalization processing to the sensibility mosaic image MsG of G component. The sensibility equalization section 154 generates the output image B by performing sensibility equalization processing to the sensibility mosaic image MsB of B component.

[0274] Drawing 74 shows the example of a configuration of the color interpolation section 151 classified by sensibility. In the color interpolation section 151 classified by sensibility, a color and a sensibility mosaic image, color mosaic-pattern information, and sensibility mosaic-pattern information are supplied to the extract section 161.

[0275] The extract section 161 supplies the color mosaic image McSi which performs extract processing of sensibility Si (0 in the case of now  $i=1$ ), and consists of a pixel of the sensibility Si obtained to the color interpolation section 162 to a color and a sensibility mosaic image. in addition, the color mosaic image McSi is expressed using different st system of coordinates from xy system of coordinates of the original color and sensibility mosaic image -- it comes out and is an image (with reference to drawing 78 and drawing 79 , it mentions later for details). Moreover, the extract section 161 generates the color mosaic-pattern information on sensibility Si which shows the color mosaic array of the color mosaic image McSi, and supplies it to the color interpolation section 162. Furthermore, the extract section 161 generates the former positional information of the sensibility Si holding the physical relationship of the color mosaic image McSi, and the original original color and sensibility mosaic image, and supplies it to the insertion section 163 thru/or 165.

[0276] The color interpolation section 162 interpolates the RGB component of all the pixels of the color mosaic image McSi from the extract section 161, and supplies the images Rsi, Gsi, and Bsi obtained to the insertion section 163 which corresponds, respectively thru/or 165. Image Rsi is an image which consists of a pixel value of R

component corresponding to each pixel of the color mosaic image McSi. Image Gsi is an image which consists of a pixel value of G component corresponding to each pixel of the color mosaic image McSi. Image Bsi is an image which consists of a pixel value of B component corresponding to each pixel of the color mosaic image McSi. Moreover, Images Rsi, Gsi, and Bsi are expressed by the same system of coordinates as the color mosaic image McSi. In addition, the color interpolation section 162 is constituted like the example of a configuration of the color interpolation section 52 shown in drawing 47. [0277] The insertion section 163 generates the sensibility mosaic image MsR combining the image Rsi of R component with which only the number of the classes of sensibility is supplied from the color interpolation section 162 based on the former positional information of the sensibility Si supplied from the extract section 161, and supplies it to the sensibility equalization section 152. The insertion section 164 generates the sensibility mosaic image MsG combining the image Gsi of G component with which only the number of the classes of sensibility is supplied from the color interpolation section 162 based on the former positional information of the sensibility Si supplied from the extract section 161, and supplies it to the sensibility equalization section 153. The insertion section 165 generates the sensibility mosaic image MsB combining the image Bsi of B component with which only the number of the classes of sensibility is supplied from the color interpolation section 162 based on the former positional information of the sensibility Si supplied from the extract section 161, and supplies it to the sensibility equalization section 154.

[0278] Drawing 75 shows the example of a configuration of the sensibility equalization section 152. In the sensibility equalization section 152, the sensibility mosaic image MsR supplied from the insertion section 163 of the color interpolation section 151 classified by sensibility is supplied to the partial sum calculation section 171. To each pixel of the sensibility mosaic image MsR, the partial sum calculation section 171 performs partial sum calculation processing using the pixel of the near, and supplies the partial sum corresponding to each pixel obtained to the synthetic sensibility compensation section 172. The synthetic sensibility compensation section 172 acquires the compensation value which tests the partial sum to the synthetic sensibility compensation LUT 173 by comparison, and corresponds to it, and generates the output image R by making a compensation value into a pixel value. The synthetic sensibility compensation LUT 173 is made as [ supply / by making the partial sum into an index / a corresponding compensation value ].

[0279] In addition, since the example of a configuration of the sensibility equalization section 153,154 is the same as the example of a configuration of the sensibility

equalization section 152 shown in drawing 75 , the explanation is omitted.

[0280] Next, the 3rd DEMOZAIKU processing by the 3rd example of a configuration of the image-processing section 7 shown in drawing 73 is explained to drawing 76 with reference to a flow chart.

[0281] In step S181, by \*\*\*\*\* which performs color interpolation processing classified by sensibility to a color and a sensibility mosaic image, the color interpolation section 151 classified by sensibility generates the sensibility mosaic image MsR of R component, the sensibility mosaic image MsG of G component, and the sensibility mosaic image MsB of B component, and supplies them to the sensibility equalization section 152 which corresponds, respectively thru/or 154.

[0282] The detail of the color interpolation processing classified by sensibility of the color interpolation section 151 classified by sensibility is explained with reference to the flow chart of drawing 77 . In step S191, it judges whether the extract section 161 specified all the sensibility (in the case of now S0 and S1) contained in sensibility mosaic-pattern information, and when it judges with specifying no sensibility, it progresses to step S192.

[0283] In step S192, the extract section 161 specifies one kind of sensibility of all the sensibility contained in sensibility mosaic-pattern information. Specified sensibility is set to Si.

[0284] In step S193, the extract section 161 extracts only the pixel of sensibility Si among all the pixels of a color and a sensibility mosaic image, generates the color mosaic image McSi of sensibility Si, and supplies it to the color interpolation section 162. Furthermore, the extract section 161 generates the former positional information of the sensibility Si holding the physical relationship of the color mosaic image McSi, and the original original color and sensibility mosaic image, and supplies it to the insertion section 163 thru/or 165. Moreover, the extract section 161 generates the color mosaic-pattern information on sensibility Si which shows the color mosaic array of the color mosaic image McSi, and supplies it to the color interpolation section 162.

[0285] The detail of processing of step S193 is explained with reference to drawing 78 and drawing 79 .

[0286] Since the pixel of the sensibility Si extracted is not extracted at intervals of the pixel of the original color and sensibility mosaic image, the color mosaic image McSi of the sensibility Si generated is formed in the grid in which pixel spacing, a zero, and the sense differ from the original color and sensibility mosaic image. Then, the extract section 61 generates the former positional information which can refer to the information on the original location for every pixel based on the correspondence relation

between the system of coordinates of the original color and sensibility mosaic image, and the system of coordinates of the color mosaic image McSi at the same time it generates the color mosaic image McSi.

[0287] The correspondence relation of the system of coordinates of the original color and sensibility mosaic image, and the color mosaic image McSi to generate is as being shown in drawing 78 or drawing 79 . In this drawing, the original color and sensibility mosaic image are displayed by xy system of coordinates, and the color mosaic image McSi is displayed by st system of coordinates. Moreover, \*\* of a color and a sensibility mosaic image shows the pixel of sensibility S0, and \*\* of a color and a sensibility mosaic image shows the pixel of sensibility S1. Thus, by using st system of coordinates aslant set up to xy system of coordinates, it is made as [ extract / the pixel of the sensibility Si arranged in checkers in the original color and sensibility mosaic image / as pixel arrangement of a regular-intervals grid ].

[0288] The case where the pixel of the sensibility S0 shown by \*\* of a color and a sensibility mosaic image is extracted with reference to drawing 78 is explained. For example, the pixels A in drawing are (xA, yA) in xy system of coordinates expressing the original color and sensibility mosaic image, and are (sA, tA) in st system of coordinates expressing the color mosaic image McSi generated. (sA, tA), and (xA, yA) have correspondence relation as shown in a degree type (22).

$$sA = \{(xA-1) + yA\}/2 \quad tA = \{(xmax-1-xA) + yA\}/2 \dots (22)$$

[0289] The extract section 161 computes the coordinate (sA, tA) in the color mosaic image McSi by applying the coordinate (xA, yA) of the pixel of the sensibility S0 of the original color and sensibility mosaic image to a formula (22), uses the value of the pixel concerned for the coordinate, and generates the color mosaic image McSi. Corresponding to a coordinate (sA, tA), a coordinate (xA, yA) is stored in the former positional information of sensibility S0 at coincidence.

[0290] The case where the pixel of the sensibility S1 shown by \*\* of a color and a sensibility mosaic image is extracted with reference to drawing 79 is explained. For example, the pixels B in drawing are (xB, yB) in xy system of coordinates expressing the original color and sensibility mosaic image, and are (sB, tB) in st system of coordinates expressing the color mosaic image McSi generated. (sB, tB), and (xB, yB) have correspondence relation as shown in a degree type (23).

$$sB = (xB+yB)/2 \quad tB = \{(xmax-1-xB) + yB\}/2 \dots (23)$$

[0291] The extract section 161 computes the coordinate (sB, tB) in the color mosaic image McSi by applying the coordinate (xB, yB) of the pixel of the sensibility S1 of the original color and sensibility mosaic image to a formula (22), uses the value of the pixel

concerned for the coordinate, and generates the color mosaic image McSi. Corresponding to a coordinate (sB, tB), a coordinate (xB, yB) is stored in the former positional information of sensibility S1 at coincidence.

[0292] The insertion section 163 which the color interpolation section 162 interpolates the RGB component of all the pixels of the color mosaic image McSi from the extract section 161 to drawing 77 , generates Images Rsi, Gsi, and Bsi to it in return and step S194, and corresponds to it, respectively thru/or 165 are supplied. In addition, since it is the same as that of color interpolation processing of the color interpolation section 52 explained with reference to drawing 55 about the detail of processing of the color interpolation section 162, the explanation is omitted.

[0293] Processing is repeated by step S191 thru/or S194 until it is judged with processing having specified all the sensibility contained in return and sensibility mosaic-pattern information as step S191. In step S191, when judged with having specified all the sensibility contained in sensibility mosaic-pattern information, processing progresses to step S195.

[0294] In step S195, the insertion section 163 generates the sensibility mosaic image MsR combining the image Rsi (in now, they are an image Rs0 and an image Rs1) of R component with which only the number of the classes of sensibility was supplied from the color interpolation section 162 based on the former positional information of all that were supplied from the extract section 161, and supplies it to the sensibility equalization section 152. Similarly, the insertion section 164 generates the sensibility mosaic image MsG, supplies it to the sensibility equalization section 153, and the insertion section 165 generates the sensibility mosaic image MsB, and it supplies it to the sensibility equalization section 154.

[0295] The return of the processing is carried out to step S182 of drawing 76 . In step S182, the sensibility equalization section 152 generates the output image R by performing sensibility equalization processing to the sensibility mosaic image MsR of R component. The sensibility equalization section 153 generates the output image G by performing sensibility equalization processing to the sensibility mosaic image MsG of G component. The sensibility equalization section 154 generates the output image B by performing sensibility equalization processing to the sensibility mosaic image MsB of B component.

[0296] Sensibility equalization processing of the sensibility equalization section 152 is explained with reference to the flow chart of drawing 80 . In step S201, it judges whether the partial sum calculation section 171 made the attention pixel all the pixels of the sensibility mosaic image MsR of R component, and when it judges with having

made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S202. In step S202, it determines 1 pixel of partial sum calculation sections 171 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of the sensibility mosaic image MsR to an upper right pixel.

[0297] In step S203, the partial sum calculation section 171 computes the partial sum corresponding to an attention pixel, and supplies it to the synthetic sensibility compensation section 172. Specifically the pixel value of 5x5 pixels (it is hereafter described as a reference pixel) centering on an attention pixel is extracted, the multiplication of those pixel values and the filter factor as shown in drawing 81 beforehand set up corresponding to the relative location to the attention pixel of a reference pixel is carried out, respectively, and total of those products calculates. Furthermore, the division of the total of the product is done by total of 25 filter factors, and let the quotient be the partial sum corresponding to an attention pixel.

[0298] In step S204, the synthetic sensibility compensation section 172 acquires the compensation value which tests the partial sum to the synthetic sensibility compensation LUT 173 by comparison, and corresponds to it, and makes a compensation value the pixel value of the output image R corresponding to an attention pixel.

[0299] Step S201 thru/or processing of 204 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S201. In step S201, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, it is ended and the return of the sensibility equalization processing is carried out to drawing 76.

[0300] In addition, although the sensibility equalization section 153,154 also performs same sensibility equalization processing in parallel with sensibility equalization processing of the sensibility equalization section 152, the detailed explanation is omitted.

[0301] As mentioned above, explanation of the 3rd DEMOZAIKU processing by the 3rd example of a configuration of the image-processing section 7 is ended.

[0302] Next, the outline of DEMOZAIKU processing of the 4th of the image-processing system centering on the image-processing section 7 is explained.

[0303] The 4th DEMOZAIKU processing consists of the brightness image generation processing which generates a brightness image from the color and sensibility mosaic image obtained by processing of the image pick-up section, and the monochrome image processing which generates the output images R, G, and B using a color and a sensibility mosaic image, and a brightness image.

[0304] Drawing 82 shows the 4th example of a configuration of the image-processing section 7 which mainly performs 4th DEMOZAIKU processing.

[0305] In the 4th example of a configuration of the image-processing section 7, the color mosaic-pattern information which shows the color mosaic array of the color and sensibility mosaic image from an image pick-up system, and a color and a sensibility mosaic image, and the sensibility mosaic-pattern information which shows the sensibility mosaic array of a color and a sensibility mosaic image are supplied to the brightness image generation section 181 and a list the monochrome image generation section 182 thru/or 184.

[0306] In addition, except for the following, especially the case where there is a notice, a color and a sensibility mosaic image presuppose that they are the color and the sensibility mosaic pattern P2 of drawing 6. that is, the color of a pixel is a color of either of the three-primary colors RGB, on the other hand, it comes out of S0 and S1, and there is sensibility, and further, if only a color is observed irrespective of sensibility, they are making the Bayer array.

[0307] However, the configuration explained below and actuation can also be applied to the color and sensibility mosaic image which consists of three colors other than RGB, and the color and sensibility mosaic image which consist of four colors.

[0308] The brightness image generation section 181 performs brightness image generation processing to the color and sensibility mosaic image supplied, and supplies the brightness image obtained to the monochrome image generation section 182 thru/or 184.

[0309] The monochrome image generation section 182 generates the output image R using the color, sensibility mosaic image, and brightness image which are supplied. The monochrome image generation section 183 generates the output image G using the color, sensibility mosaic image, and brightness image which are supplied. The monochrome image generation section 184 generates the output image B using the color, sensibility mosaic image, and brightness image which are supplied.

[0310] Drawing 83 shows the 1st example of a configuration of the brightness image generation section 181. In the 1st example of a configuration of the brightness image generation section 181, a color and a sensibility mosaic image, color mosaic-pattern information, and sensibility mosaic-pattern information are supplied to the presumed section 191 thru/or 193.

[0311] The presumed section 191 performs R component presumption processing to a color and a sensibility mosaic image, and supplies estimate R' of R component to each pixel obtained to a multiplier 194. The presumed section 192 performs G component



presumption processing to a color and a sensibility mosaic image, and supplies estimate  $G'$  of G component to each pixel obtained to a multiplier 195. The presumed section 193 performs B component presumption processing to a color and a sensibility mosaic image, and supplies estimate  $B'$  of B component to each pixel obtained to a multiplier 196.

[0312] A multiplier 194 carries out the multiplication of the color balance multiplier  $kR$  to estimate  $R'$  supplied from the presumed section 191, and outputs the product to an adder 197. A multiplier 195 carries out the multiplication of the color balance multiplier  $kG$  to estimate  $G'$  supplied from the presumed section 192, and outputs the product to an adder 197. A multiplier 196 carries out the multiplication of the color balance multiplier  $kB$  to estimate  $B'$  supplied from the presumed section 193, and outputs the product to an adder 197.

[0313] the product  $R$  into which an adder 197 is inputted from a multiplier 194  $\cdot \cdot \cdot kR$ , product  $G'$  inputted from a multiplier 195 and  $kG$  and the product  $B$  inputted from a multiplier 196', and  $kB$  are added, the brightness candidate image which makes the sum a pixel value is generated, and the noise rejection section 198 is supplied.

[0314] Here, the color balance multipliers  $kR$ ,  $kG$ , and  $kB$  are values set up beforehand, for example, are  $kR=0.3$ ,  $kG=0.6$ , and  $kB=0.1$ . In addition, the value of the color balance multipliers  $kR$ ,  $kG$ , and  $kB$  just computes fundamentally the value which has correlation in brightness change as a brightness candidate value. It follows, for example, is good also as  $kR=kG=kB$ .

[0315] The noise rejection section 198 performs noise rejection processing to the brightness candidate image supplied from an adder 197, and supplies the brightness image obtained to the monochrome image generation section 182 thru/or 184.

[0316] Drawing 84 shows the example of a configuration of the monochrome image generation section 182. In the monochrome image generation section 182, a color and a sensibility mosaic image, color mosaic-pattern information, and sensibility mosaic-pattern information are supplied to the interpolation section 201. A brightness image is supplied to the ratio calculation section 202 and a multiplier 203.

[0317] The interpolation section 201 performs interpolation processing to a color and a sensibility mosaic image, and all the pixels obtained output  $R$  candidate image which has the pixel value of  $R$  component to the ratio value calculation section 202. The ratio value calculation section 202 computes the low-frequency component (it is only hereafter described as the rate of an intensity ratio) of the rate of an intensity ratio between the pixels to which  $R$  candidate image and a brightness image correspond, generates further the ratio value information which shows the rate of an intensity ratio corresponding to each pixel, and supplies it to a multiplier 203.

[0318] A multiplier 203 generates the output image R which carries out the multiplication of the rate of an intensity ratio corresponding to the pixel value of each pixel of a brightness image, and makes the product a pixel value.

[0319] In addition, since the same is said of the example of a configuration of the monochrome image generation section 183,184, the explanation is omitted.

[0320] Next, the 4th DEMOZAIKU processing by the 4th example of a configuration of the image-processing section 7 is explained with reference to the flow chart of drawing 85.

[0321] In step S211, by \*\*\*\*\* which performs brightness image generation processing to a color and a sensibility mosaic image, the brightness image generation section 181 generates a brightness image, and supplies it to the monochrome image generation section 182 thru/or 184.

[0322] Brightness image generation processing of the brightness image generation section 181 is explained with reference to the flow chart of drawing 86.

[0323] In step S221, it judges whether the presumed section 191 thru/or 193 made the attention pixel all the pixels of a color and a sensibility mosaic image, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S222. In step S222, it determines the presumed section 191 thru/or 193 [ 1-pixel ] at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0324] In step S223, by performing R component presumption processing to a color and a sensibility mosaic image, the presumed section 191 presumes estimate R' corresponding to an attention pixel, and supplies it to a multiplier 194. By performing G component presumption processing to a color and a sensibility mosaic image, the presumed section 192 presumes estimate G' corresponding to an attention pixel, and supplies it to a multiplier 194. By performing B component presumption processing to a color and a sensibility mosaic image, the presumed section 193 presumes estimate B' corresponding to an attention pixel, and supplies it to a multiplier 194.

[0325] R component presumption processing of the presumed section 191 is explained with reference to the flow chart of drawing 87. In step S231, by referring to color mosaic-pattern information and sensibility mosaic-pattern information, the presumed section 191 has R component among the pixels near the attention pixel (for example, 15x15 pixels centering on an attention pixel), and detects the pixel which is sensibility S0, and extracts the pixel value of the detected pixel (it is hereafter described as a reference pixel).

[0326] In step S232, it corresponds to the relative location to the attention pixel of a

reference pixel, only the number of reference pixels acquires the interpolation filter factor for R components set up beforehand as shown in drawing 88 , and the presumed section 191 carries out the multiplication of the corresponding filter factor to the pixel value of each reference pixel, and calculates total of those products. Furthermore, a division is done by total of the interpolation filter factor for R components using total of the product, and the 1st quotient is acquired. In step S233, by referring to color mosaic-pattern information and sensibility mosaic-pattern information, the presumed section 191 has R component among the pixels near the attention pixel (for example, 15x15 pixels centering on an attention pixel), and detects the pixel which is sensibility S1, and extracts the pixel value of the detected pixel (it is hereafter described as a reference pixel).

[0327] In step S234, it corresponds to the relative location to the attention pixel of a reference pixel, only the number of reference pixels acquires the interpolation filter factor for R components, and the presumed section 191 carries out the multiplication of the corresponding filter factor to the pixel value of each reference pixel, and calculates total of those products. Furthermore, a division is done by total of the interpolation filter factor using total of the product, and the 2nd quotient is acquired.

[0328] In step S235, the presumed section 191 adds the 1st quotient acquired at step S232, and the 2nd quotient acquired at step S234. In step S236, the presumed section 191 acquires the compensation value which compensated the sensibility property by testing by comparison the sum of the 1st quotient calculated at step S235, and the 2nd quotient to the synthetic sensibility compensation LUT (after-mentioned) to build in. The acquired compensation value is made into estimate R' corresponding to an attention pixel. The return of the processing is carried out to step S224 of drawing 86 .

[0329] In addition, since G component presumption processing of the presumed section 192 and B component presumption processing of the presumed section 193 are the same as R component presumption processing of the presumed section 191, the explanation is omitted. However, in G component presumption processing of the presumed section 192, a reference pixel is detected out of 7x7 pixels centering on an attention pixel, and the interpolation filter factor for G components shown in drawing 89 will be used further.

[0330] Here, the synthetic sensibility compensation LUT which the presumed section 191 uses is explained with reference to drawing 90 thru/or drawing 92 . Drawing 90 shows the characteristic curve b of the pixel of sensibility S0, and the characteristic curve a of the pixel of sensibility S1, an axis of abscissa shows the reinforcement of incident light, and an axis of ordinate shows a pixel value. this drawing -- setting -- the sensibility S1 of high sensitivity -- low -- it has one 4 times the sensibility of this to the

simple sensibility S0.

[0331] In the presumed processing concerned, the 2nd quotient computed using the pixel of the sensibility S1 measured in the 1st quotient computed from the pixel of the sensibility S0 measured in the property as shown in the characteristic curve b of drawing 90 , and a property as shown in the characteristic curve a of this drawing is added. Therefore, the sum of the 1st quotient and the 2nd quotient will have the property that the property of sensibility S0 and sensibility S1 was compounded, as shown in the characteristic curve c of drawing 91 .

[0332] Although this compounded characteristic curve c serves as the property of an extensive dynamic range ranging from the low brightness to high brightness, since it is the polygonal line as shown in drawing 91 , the original linear property is restored by using the reverse characteristic curve of the sensibility characteristic curve c. As shown in drawing 92 , specifically, the reverse characteristic curve d of the sensibility characteristic curve c of drawing 91 is compensated for nonlinearity with the application of the sum of the 1st quotient and the 2nd quotient.

[0333] That is, the synthetic sensibility compensation LUT look-up-table-izes the reverse characteristic curve d of drawing 92 .

[0334] It returns to explanation of drawing 86 . In step S224, a multiplier 194 carries out the multiplication of the color balance multiplier kR to estimate R' supplied from the presumed section 191, and outputs the product to an adder 197. A multiplier 195 carries out the multiplication of the color balance multiplier kG to estimate G' supplied from the presumed section 192, and outputs the product to an adder 197. A multiplier 196 carries out the multiplication of the color balance multiplier kB to estimate B' supplied from the presumed section 193, and outputs the product to an adder 197. the product R into which the adder 197 was inputted from the multiplier 194 -- 'kR, product G' inputted from the multiplier 195 and kG and the product B inputted from the multiplier 196', and kB are added, and let the sum be the pixel value (brightness candidate value) of the brightness candidate image corresponding to an attention pixel.

[0335] Step S221 thru/or processing of 224 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S221. In step S221, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, it progresses to step S225. In addition, the brightness candidate image generated by step S221 thru/or processing of 224 is supplied to the noise rejection section 198.

[0336] In step S225, by performing noise rejection processing to the brightness candidate image supplied from an adder 197, the noise rejection section 198 generates a brightness image, and supplies it to the monochrome image generation section 182

thru/or 184.

[0337] Noise rejection processing of the noise rejection section 198 is explained with reference to the flow chart of drawing 93 . In step S241, it judges whether the noise rejection section 198 made all the pixels of a brightness candidate image the attention pixel, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S242. In step S242, it determines 1 pixel of noise rejection sections 198 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a brightness candidate image to an upper right pixel.

[0338] In step S243, the noise rejection section 198 acquires the pixel value (brightness candidate value) of the pixel located in the four directions of an attention pixel, and assigns the pixel brightness candidate value located in the four directions of the acquired attention pixel to variables a3, a0, a1, and a2, respectively.

[0339] In step S244, the noise rejection section 198 acquires the smoothing value corresponding to an attention pixel by performing direction alternative data smoothing.

[0340] Direction alternative data smoothing of the noise rejection section 198 is explained with reference to the flow chart of drawing 94 . In step S251, the noise rejection section 198 computes brightness gradient vector g corresponding to an attention pixel by applying it to a degree type (24).

Brightness gradient vector  $g = (a2 - a1, a3 - a0) \dots (24)$

[0341] In step S252, the noise rejection section 198 calculates magnitude (absolute value)  $||g||$  of brightness gradient vector g.

[0342] In step S253, the noise rejection section 198 applies a variable a0 thru/or a3 to a degree type (25) and (26), and calculates the horizontal smoothing component Hh and the vertical smoothing component Hv corresponding to an attention pixel.

$Hh = (a1 + a2) / 2 \dots (25)$

$Hv = (a3 + a0) / 2 \dots (26)$

[0343] In step S254, the noise rejection section 198 calculates the horizontal significance wh and the vertical significance wv corresponding to absolute value  $||g||$  of brightness gradient vector g.

[0344] When larger than 0, as shown in a degree type (27), absolute value  $||g||$  of brightness gradient vector g subtracts the absolute value of the inner product of the brightness gradient vector  $g / ||g||$  and the vector (1 0) which normalized from 1, and, specifically, acquires the horizontal significance wh. Moreover, as shown in a degree type (28), the absolute value of the inner product of the brightness gradient vector  $g / ||g||$  and the vector (0 1) which normalized is subtracted from 1, and the vertical significance wv is acquired.

$$wh=1-|(g/||g||, (1\ 0))| \dots (27)$$

$$wv=1-|(g/||g||, (0\ 1))| \dots (28)$$

[0345] When absolute value  $||g||$  of brightness gradient vector  $g$  is 0, the horizontal smoothing contribution  $wh$  and the horizontal vertical smoothing contribution  $wv$  are set to 0.5, respectively.

[0346] In step S255, the noise rejection section 198 calculates the smoothing value  $\alpha$  corresponding to an attention pixel using a degree type (29).

$$\alpha=(wh \cdot H_h+wv \cdot H_v)/(wh+wv) \dots (29)$$

[0347] Processing returns to step S245 of drawing 93. In step S245, the noise rejection section 198 calculates the pixel value (brightness candidate value) of an attention pixel, and the average of the smoothing value  $\alpha$  corresponding to the attention pixel calculated at step S244, and makes the average concerned the pixel value (brightness value) of the brightness image corresponding to an attention pixel.

[0348] Step S241 thru/or processing of S245 are repeated until it is judged with processing having made return and all the pixels the attention pixel at step S241. In step S241, when judged with having made all the pixels into the attention pixel, it is ended, namely, brightness image generation processing is also ended, and the return of the noise rejection processing is carried out to step S212 of drawing 85.

[0349] In step S212, the monochrome image generation section 182 thru/or 184 generate the output images R, G, and B using the color, sensibility mosaic image, and brightness image which were supplied, respectively.

[0350] The 1st monochrome image generation processing of the monochrome image generation section 182 is explained with reference to the flow chart of drawing 95.

[0351] In step S261, by performing interpolation processing to a color and a sensibility mosaic image, all pixels generate R candidate image which has the pixel value of R component, and output the interpolation section 201 to the ratio value calculation section 202.

[0352] In addition, since interpolation processing of the interpolation section 201 is the same as R component presumption processing of the presumed section 191 which constitutes the brightness image generation section 181 mentioned above with reference to the flow chart of drawing 87, the explanation is omitted.

[0353] In step S262, by performing ratio value calculation processing, the ratio value calculation section 202 computes the rate of an intensity ratio, generates further the ratio value information which shows the rate of an intensity ratio corresponding to each pixel, and supplies it to a multiplier 203.

[0354] Ratio value calculation processing of the ratio value calculation section 202 is

explained with reference to the flow chart of drawing 96 . In step S271, it judges whether the ratio value calculation section 202 made all the pixels of R candidate image the attention pixel, and when it judges with having made no pixels into an attention pixel, it progresses to step S272. In step S272, it determines 1 pixel of ratio value calculation sections 202 at a time as an attention pixel one by one from the pixel at the lower left of R candidate image to an upper right pixel.

[0355] In step S273, the ratio value calculation section 202 carries out the reference pixel of the pixel (for example, 7x7 pixels centering on an attention pixel) located near the attention pixel, and acquires those pixel values (monochrome candidate value of R component). Moreover, the ratio value calculation section 202 extracts the pixel value (brightness value) of the brightness image located in the same coordinate as a reference pixel.

[0356] In step S274, the ratio value calculation section 202 corresponds to the relative location to the attention pixel of a reference pixel, and only the number of reference pixels acquires the smoothing filter factor beforehand set up as shown in drawing 97 .

[0357] In step S275, the ratio value calculation section 202 carries out the multiplication of the smoothing filter factor corresponding to the monochrome candidate value of R component of each reference pixel, does the division of the product with a corresponding brightness value, and calculates total of those quotients. Furthermore, a division is done by total of the smoothing filter factor using total of the quotient, and ratio value information is generated as a rate of an intensity ratio corresponding to an attention pixel for the quotient.

[0358] Step S271 thru/or processing of S275 are repeated until it is judged with processing having made the attention pixel all the pixels of return and R candidate image at step S271. In step S271, when judged with having made all the pixels of R candidate image into the attention pixel, the generated ratio value information is supplied to a multiplier 203, and the return of the processing is carried out to step S263 of drawing 95 .

[0359] In step S263, a multiplier 203 generates the output image R which carries out the multiplication of the rate of an intensity ratio corresponding to the pixel value of each pixel of a brightness image, and makes the product a pixel value.

[0360] In addition, the monochrome image generation section 183,184 also performs same processing to the 1st monochrome image generation processing and coincidence of the monochrome image generation section 182.

[0361] As mentioned above, explanation of the 4th DEMOZAIKU processing by the 4th example of a configuration of the image-processing section 7 is ended.

[0362] Next, drawing 98 shows the 2nd example of a configuration of the brightness image generation section 181. The 2nd example of a configuration of the brightness image generation section 181 permutes the presumed section 191 in the 1st example of a configuration of the brightness image generation section 181 shown in drawing 83 thru/or 193 in the presumed section 211.

[0363] In the 2nd example of a configuration of the brightness image generation section 181, a color and a sensibility mosaic image, color mosaic-pattern information, and sensibility mosaic-pattern information are supplied to the presumed section 211.

[0364] presumption -- the section -- 211 -- a color - sensibility -- a mosaic -- an image -- receiving -- a component -- presumption -- processing -- giving -- obtaining -- having -- each -- a pixel -- receiving -- R -- a component -- estimate -- R -- ' -- G -- a component -- estimate -- G -- ' -- and -- B -- a component -- estimate -- B -- ' -- corresponding -- a multiplier -- 194 -- or -- 196 -- supplying .

[0365] In addition, since the multiplier 194 thru/or the noise rejection section 198 which makes the 2nd example of a configuration of the brightness image generation section 181 is the same as that of the multiplier 194 thru/or the noise rejection section 198 which makes the 1st example of a configuration of the brightness image generation section 181 shown in drawing 83 which attached the same number, the explanation is omitted.

[0366] Next, presumed processing of the RGB component by the presumed section 211 is explained with reference to the flow chart of drawing 99 . In addition, presumed processing of the RGB component concerned is replaced with R component presumption processing mentioned above with reference to drawing 87 as processing in step S223 of drawing 86 , and is the processing which can be performed. Therefore, the processing after step S281 is already explained that the attention pixel of a color and a sensibility mosaic image is determined by the presumed section 211.

[0367] In step S281, the presumed section 211 computes the presumed pixel value C0 corresponding to an attention pixel by presumed pixel value C0 interpolation processing using the pixel value of 4 pixels centering on an attention pixel as shown in drawing 100 . Presumed pixel value C0 interpolation processing is explained with reference to the flow chart of drawing 101 .

[0368] In step S291, as shown in drawing 100 , the presumed section 211 assigns the pixel value of 4 pixels which vacates spacing for 1 pixel to the attention pixel expressed with O, and is located vertically and horizontally to variables a3, a0, a1, and a2, respectively, and calculates the smoothing value alpha by applying to direction alternative data smoothing mentioned above with reference to drawing 94 .



[0369] Thus, the pixel value of 4 pixels located in the specified direction of four directions of a pixel is assigned to variables a3, a0, a1, and a2, respectively, and the processing which calculates the smoothing value alpha is hereafter defined as perpendicularly alternative data smoothing corresponding to the specified pixel by applying to direction alternative data smoothing mentioned above with reference to drawing 94.

[0370] In step S292, the presumed section 211 adds the smoothing value alpha acquired at step S291 to the pixel value of an attention pixel, and makes the sum the presumed pixel value C0 of an attention pixel. The return of the processing is carried out to step S282 of drawing 99.

[0371] In step S282, the presumed section 211 computes the presumed pixel value C1 corresponding to an attention pixel by presumed pixel value C1 interpolation processing using 12 pixels centering on an attention pixel as shown in drawing 102. Presumed pixel value C1 interpolation processing is explained with reference to the flow chart of drawing 103.

[0372] In step S301, the presumed section 211 progresses to step S302, when it judges whether the color of an attention pixel is G and judges with the color of an attention pixel being G. In step S302, as shown in drawing 102, the presumed section 211 assigns the pixel value of 4 pixels adjoined and located in the lower left, the upper left, the lower right, and the upper right to the attention pixel expressed with O to variables a0, a1, a2, and a3, respectively, and calculates the smoothing value alpha by applying to direction alternative data smoothing mentioned above with reference to drawing 94.

[0373] Thus, the pixel value of 4 pixels located in the specified lower left of a pixel, the upper left, the lower right, and the direction of the upper right is assigned to variables a0, a1, a2, and a3, respectively, and the processing which calculates the smoothing value alpha is hereafter defined as the direction of slant alternative data smoothing corresponding to the specified pixel by applying to direction alternative data smoothing mentioned above with reference to drawing 94.

[0374] Being in step S303, the presumed section 211 carries out the multiplication of 2 to the smoothing value alpha acquired at step S302, and makes the product the presumed pixel value C1 of an attention pixel. The return of the processing is carried out to step S283 of drawing 99.

[0375] In addition, in step S301, when judged with the color of an attention pixel not being G, processing progresses to step S304.

[0376] In step S304, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative data smoothing using 4 pixels which vacates

spacing for 1 pixel and is located focusing on the pixel which adjoins the upper left of an attention pixel, and assigns it to a variable a1. In step S305, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which vacates spacing for 1 pixel and is located focusing on the pixel which adjoins the lower right of an attention pixel, and assigns it to a variable a2. In step S306, the presumed section 211 assigns the pixel value of the pixel which adjoins the lower left of an attention pixel to a variable a0, and assigns the pixel value of the pixel which adjoins the upper right of an attention pixel to a variable a3.

[0377] In step S307, the presumed section 211 is applied to direction alternative data smoothing which mentioned above the variables a0, a1, a2, and a3 which set up the value by step S304 thru/or S306 with reference to drawing 94 , calculates the smoothing value alpha, and makes the value smoothing value alpha'.

[0378] In step S308, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which vacates spacing for 1 pixel and is located focusing on the pixel which adjoins the lower left of an attention pixel, and assigns it to a variable a0. In step S309, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which vacates spacing for 1 pixel and is located focusing on the pixel which adjoins the upper right of an attention pixel, and assigns it to a variable a3. In step S310, the presumed section 211 assigns the pixel value of the pixel which adjoins the upper left of an attention pixel to a variable a1, and assigns the pixel value of the pixel which adjoins the lower right of an attention pixel to a variable a2.

[0379] In step S311, the presumed section 211 is applied to direction alternative data smoothing which mentioned above the variables a0, a1, a2, and a3 which set up the value by step S308 thru/or S310 with reference to drawing 94 , calculates the smoothing value alpha, and makes the value smoothing value alpha".

[0380] a step -- S -- 312 -- setting -- presumption -- the section -- 211 -- a step -- S -- 307 -- having obtained -- smoothing -- a value -- alpha -- ' -- a step -- S -- 311 -- having obtained -- smoothing -- a value -- alpha -- ' -- ' -- adding -- the -- the sum -- attention -- a pixel -- corresponding -- presumption -- a pixel -- a value -- C -- one -- \*\* -- carrying out . The return of the processing is carried out to step S283 of drawing 99 .

[0381] In step S283, the presumed section 211 computes the presumed pixel value C2 corresponding to an attention pixel by presumed pixel value C2 interpolation processing using 8 pixels consisting mainly of 4 pixels centering on an attention pixel as shown in drawing 104 (A), or an attention pixel as shown in drawing 104 (B). Presumed pixel value C2 interpolation processing is explained with reference to the flow chart of

drawing 105 .

[0382] In step S321, the presumed section 211 progresses to step S322, when it judges whether the color of an attention pixel is G and judges with the color of an attention pixel being G.

[0383] In step S322, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which vacates spacing for 1 pixel and is located focusing on the pixel which adjoins on an attention pixel, and is taken as smoothing value alpha'.

[0384] In step S323, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which vacates spacing for 1 pixel and is located focusing on the pixel which adjoins under an attention pixel, and is taken as smoothing value alpha".

[0385] a step -- S -- 324 -- setting -- presumption -- the section -- 211 -- attention -- a pixel -- the bottom -- adjoining -- a pixel -- a pixel -- a value -- a step -- S -- 322 -- having obtained -- smoothing -- a value -- alpha -- ' -- the average -- attention -- a pixel -- a top -- adjoining -- a pixel -- a pixel -- a value -- a step -- S -- 323 -- having obtained -- smoothing -- a value -- alpha -- ' -- ' -- the average -- adding -- the -- the sum -- attention -- a pixel -- corresponding -- presumption -- a pixel -- a value -- C -- two -- \*\* -- carrying out -- . The return of the processing is carried out to step S284 of drawing 99 .

[0386] In addition, in step S321, when judged with the color of an attention pixel not being G, processing progresses to step S325.

[0387] In step S325, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing the direction of slant alternative data smoothing using 4 pixels adjoined and located in the direction of slant considering the pixel which adjoins the left of an attention pixel as a core, and assigns it to a variable a1. In step S326, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing the direction of slant alternative data smoothing using 4 pixels adjoined and located in the direction of slant considering the pixel which adjoins the right of an attention pixel as a core, and assigns it to a variable a2. In step S327, the presumed section 211 assigns the pixel value of the pixel which adjoins under an attention pixel to a variable a0, and assigns the pixel value of the pixel which adjoins on an attention pixel to a variable a3.

[0388] In step S328, the presumed section 211 is applied to direction alternative data smoothing which mentioned above the variables a0, a1, a2, and a3 which set up the value by step S325 thru/or S327 with reference to drawing 94 , calculates the smoothing value alpha, and makes the value smoothing value alpha'.

[0389] In step S329, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by

performing the direction of slant alternative data smoothing using 4 pixels adjoined and located in the direction of slant considering the pixel which adjoins under an attention pixel as a core, and assigns it to a variable a0. In step S330, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing the direction of slant alternative data smoothing using 4 pixels adjoined and located in the direction of slant considering the pixel which adjoins on an attention pixel as a core, and assigns it to a variable a3. In step S331, the presumed section 211 assigns the pixel value of the pixel which adjoins the left of an attention pixel to a variable a1, and assigns the pixel value of the pixel which adjoins the right of an attention pixel to a variable a2.

[0390] In step S332, the presumed section 211 is applied to direction alternative data smoothing which mentioned above the variables a0, a1, a2, and a3 which set up the value by step S329 thru/or S331 with reference to drawing 94 , calculates the smoothing value alpha, and makes the value smoothing value alpha".

[0391] a step -- S -- 333 -- setting -- presumption -- the section -- 211 -- a step -- S -- 328 -- having obtained -- smoothing -- a value -- alpha -- ' -- a step -- S -- 332 -- having obtained -- smoothing -- a value -- alpha -- ' -- ' -- adding -- the -- the sum -- attention -- a pixel -- corresponding -- presumption -- a pixel -- a value -- C -- two -- \*\* -- carrying out . The return of the processing is carried out to step S284 of drawing 99 .

[0392] In step S284, the presumed section 211 computes the presumed pixel value C3 corresponding to an attention pixel by presumed pixel value C3 interpolation processing using 8 pixels centering on an attention pixel as shown in drawing 106 . Presumed pixel value C3 interpolation processing is explained with reference to the flow chart of drawing 107 .

[0393] In step S341, the presumed section 211 progresses to step S342, when it judges whether the color of an attention pixel is G and judges with the color of an attention pixel being G.

[0394] In step S342, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which vacates spacing for 1 pixel and is located focusing on the pixel which adjoins the right of an attention pixel, and is taken as smoothing value alpha'.

[0395] In step S343, the presumed section 211 computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which vacates spacing for 1 pixel and is located focusing on the pixel which adjoins the left of an attention pixel, and is taken as smoothing value alpha".

[0396] a step -- S -- 344 -- setting -- presumption -- the section -- 211 -- attention -- a pixel -- the left -- adjoining -- a pixel -- a pixel -- a value -- a step -- S -- 342 -- having obtained

-- smoothing -- a value -- alpha -- ' -- the average -- attention -- a pixel -- the right -- adjoining -- a pixel -- a pixel -- a value -- a step -- S -- 343 -- having obtained -- smoothing -- a value -- alpha -- ' -- ' -- the average -- adding -- the -- the sum -- attention -- a pixel -- corresponding -- presumption -- a pixel -- a value -- C -- three -- \*\* -- carrying out -- . The return of the processing is carried out to step S285 of drawing 99 .

[0397] In addition, in step S341, when judged with the color of an attention pixel being G, processing progresses to step S345. In step S345, the presumed section 211 sets the presumed pixel value C3 corresponding to an attention pixel to 0. The return of the processing is carried out to step S285 of drawing 99 .

[0398] In step S285 the presumed section 211 Color mosaic-pattern information and sensibility mosaic-pattern information are referred to. Distinguish the color and sensibility of an attention pixel and the presumed pixel value C0 corresponding to the attention pixel obtained by step S281 thru/or S284 thru/or C3 corresponding to the distinction result building -- composition -- sensibility -- compensation -- LUT (the same thing as the synthetic sensibility compensation LUT mentioned above with reference to drawing 90 thru/or drawing 92 ) -- applying -- estimate -- R -- ' -- G -- ' -- B -- ' -- computing .

[0399] Namely, when the color of an attention pixel is G and it is sensibility S0, The value LUT (C2) which applied the presumed pixel value C2 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate R'. The value LUT (C0+C1/) (2) which applied the average of presumed pixel value C0+C1 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate G', and the value LUT (C3) which applied the presumed pixel value C3 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate B'.

[0400] When the color of an attention pixel is G and it is sensibility S1, the value LUT (C3) which applied the presumed pixel value C3 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate R'. The value LUT (C0+C1/) (2) which applied the average of presumed pixel value C0+C1 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate G', and the value LUT (C2) which applied the presumed pixel value C2 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate B'.

[0401] When the color of an attention pixel is R, the value LUT (C0) which applied the presumed pixel value C0 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate R', the value LUT (C2) which applied the average of the presumed pixel value C2 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate G', and the value LUT (C1) which applied the presumed pixel value C1 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate B'.

[0402] When the color of an attention pixel is B, the value LUT (C1) which applied the

presumed pixel value C1 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate R', the value LUT (C2) which applied the average of the presumed pixel value C2 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate G', and the value LUT (C0) which applied the presumed pixel value C0 to the synthetic sensibility compensation LUT is made into estimate B'.

[0403] As mentioned above, in presumed processing of the RGB component by the presumed section 211, since the presumed pixel value C0 generated using direction alternative data smoothing thru/or C3 are used, resolution degradation of a picture signal is inhibited.

[0404] As mentioned above, explanation of presumed processing of the RGB component by the presumed section 211 is ended.

[0405] In the explanation mentioned above by the way, the monochrome image generation sections 183 and 184 of the 4th example of a configuration of the image-processing section 7 Although it is constituted like the example of a configuration of the monochrome image generation section 182 shown in drawing 84 and monochrome image generation processing ( drawing 95 ) of the monochrome image generation section 182 explained with reference to drawing 95 and same processing are performed It replaces with the monochrome candidate image generation processing (step S261 of drawing 95 ) included in monochrome image generation processing, and the monochrome image generation section 182 thru/or 184 can also perform original processing optimized by each.

[0406] R candidate image generation processing which replaces with monochrome candidate image generation processing of step S261, and the monochrome image generation section 182 performs is explained with reference to the flow chart of drawing 108 . In addition, the interpolation section 201 of explanation which constitutes the monochrome image generation section 182 for convenience is described to be interpolation section 201-R.

[0407] In step S351, it judges whether interpolation section 201-R made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image the 1st attention pixel, and when it judges with having made no pixels into the 1st attention pixel, it progresses to step S352. In step S352, interpolation section 201-R is determined as every 1st 1-pixel attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0408] In step S353, interpolation section 201-R judges whether the color of the 1st attention pixel is R, and when it judges with it being R, it progresses to step S354. In step S354, interpolation section 201-R computes the smoothing value alpha by

performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which vacates spacing for 1 pixel focusing on the 1st attention pixel, and is located vertically and horizontally. In step S355, interpolation section 201-R is applied to the synthetic sensibility compensation LUT (the same thing as the synthetic sensibility compensation LUT mentioned above with reference to drawing 90 thru/or drawing 92 ) which builds in the sum of the pixel value of the 1st attention pixel, and the smoothing value alpha computed at step S354, and makes the acquired value the pixel value corresponding to the 1st attention pixel of R candidate image. Processing returns to step S351.

[0409] In addition, in step S353, when [ whose color of the 1st attention pixel is not R ] judged, step S354 and step S355 are skipped, and return to step S351.

[0410] Then, in step S351, step S351 thru/or processing of S355 are repeated, and when judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 1st attention pixel, in step S351, processing progresses to step S356, until it is judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 1st attention pixel.

[0411] In step S356, it judges whether interpolation section 201-R made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image the 2nd attention pixel, and when it judges with having made no pixels into the 2nd attention pixel, it progresses to step S357. In step S357, interpolation section 201-R is determined as every 2nd 1-pixel attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0412] In step S358, interpolation section 201-R judges whether the color of the 2nd attention pixel is B, and when it judges with it being B, it progresses to step S359. In step S359, interpolation section 201-R computes the smoothing value alpha by performing the direction of slant alternative data smoothing using 4 pixels adjoined and located in the direction of slant considering the 2nd attention pixel as a core. In step S360, interpolation section 201-R makes the smoothing value alpha computed at step S359 the pixel value corresponding to the 2nd attention pixel of R candidate image. Processing returns to step S356.

[0413] In addition, in step S358, when [ whose color of the 2nd attention pixel is not B ] judged, step S359 and step S360 are skipped, and return to step S356.

[0414] Then, in step S356, step S356 thru/or processing of S360 are repeated, and when judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 2nd attention pixel, in step S356, processing progresses to step S351, until it is judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 2nd attention pixel.

[0415] In step S361, when it judges whether all the pixels of a color and a sensibility mosaic image were made into the 3rd attention pixel and judges with having made no pixels into the 3rd attention pixel, it progresses to step S362. In step S362, interpolation section 201-R is determined as every 3rd 1-pixel attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0416] In step S363, interpolation section 201-R judges whether the color of the 3rd attention pixel is G, and when it judges with it being G, it progresses to step S364. In step S364, interpolation section 201-R computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which adjoins vertically and horizontally as a core and is located in the 3rd attention pixel. In step S365, interpolation section 201-R makes the smoothing value alpha computed at step S364 the pixel value corresponding to the 3rd attention pixel of R candidate image. Processing returns to step S361.

[0417] In addition, in step S363, when [ whose color of the 3rd attention pixel is not G ] judged, step S364 and step S365 are skipped, and return to step S351.

[0418] Then, in step S361, step S361 thru/or processing of S365 are repeated, and when judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 3rd attention pixel, in step S361, the R candidate image generation processing concerned is ended, until it is judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 3rd attention pixel.

[0419] B candidate image generation processing which the monochrome image generation section 184 performs is explained with reference to the flow chart of drawing 109. In addition, the component of the monochrome image generation section 184 which is equivalent to the interpolation section 201 of the monochrome candidate image generation section 182 for convenience of explanation is described to be interpolation section 201-B.

[0420] In step S371, it judges whether interpolation section 201-B made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image the 1st attention pixel, and when it judges with having made no pixels into the 1st attention pixel, it progresses to step S372. In step S372, interpolation section 201-B is determined as every 1st 1-pixel attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0421] In step S373, interpolation section 201-B judges whether the color of the 1st attention pixel is B, and when it judges with it being B, it progresses to step S374. In step S374, interpolation section 201-B computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which vacates



spacing for 1 pixel focusing on the 1st attention pixel, and is located vertically and horizontally. In step S375, interpolation section 201-B is applied to the synthetic sensibility compensation LUT (the same thing as the synthetic sensibility compensation LUT mentioned above with reference to drawing 90 thru/or drawing 92 ) which builds in the sum of the pixel value of the 1st attention pixel, and the smoothing value alpha computed at step S374, and makes the acquired value the pixel value corresponding to the 1st attention pixel of B candidate image. Processing returns to step S371.

[0422] In addition, in step S373, when [ whose color of the 1st attention pixel is not B ] judged, step S374 and step S375 are skipped, and return to step S371.

[0423] Then, in step S371, step S371 thru/or processing of S375 are repeated, and when judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 1st attention pixel, in step S371, processing progresses to step S376, until it is judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 1st attention pixel.

[0424] In step S376, it judges whether interpolation section 201-B made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image the 2nd attention pixel, and when it judges with having made no pixels into the 2nd attention pixel, it progresses to step S377. In step S377, interpolation section 201-B is determined as every 2nd 1-pixel attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0425] In step S378, interpolation section 201-B judges whether the color of the 2nd attention pixel is R, and when it judges with it being R, it progresses to step S379. In step S379, interpolation section 201-B computes the smoothing value alpha by performing the direction of slant alternative data smoothing using 4 pixels adjoined and located in the direction of slant considering the 2nd attention pixel as a core. In step S380, interpolation section 201-B makes the smoothing value alpha computed at step S379 the pixel value corresponding to the 2nd attention pixel of B candidate image. Processing returns to step S376.

[0426] In addition, in step S378, when [ whose color of the 2nd attention pixel is not R ] judged, step S379 and step S380 are skipped, and return to step S376.

[0427] Then, in step S376, step S376 thru/or processing of S380 are repeated, and when judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 2nd attention pixel, in step S376, processing progresses to step S381, until it is judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 2nd attention pixel.

[0428] In step S381, when it judges whether all the pixels of a color and a sensibility

mosaic image were made into the 3rd attention pixel and judges with having made no pixels into the 3rd attention pixel, it progresses to step S382. In step S382, interpolation section 201-B is determined as every 3rd 1-pixel attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0429] In step S383, interpolation section 201-B judges whether the color of the 3rd attention pixel is G, and when it judges with it being G, it progresses to step S384. In step S384, interpolation section 201-B computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which adjoins vertically and horizontally as a core and is located in the 3rd attention pixel. In step S385, interpolation section 201-B makes the smoothing value alpha computed at step S384 the pixel value corresponding to the 3rd attention pixel of B candidate image. Processing returns to step S381.

[0430] In addition, in step S383, when [ whose color of the 3rd attention pixel is not G ] judged, step S384 and step S385 are skipped, and return to step S381.

[0431] Then, in step S381, step S381 thru/or processing of S385 are repeated, and when judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 3rd attention pixel, in step S381, the B candidate image generation processing concerned is ended, until it is judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 3rd attention pixel.

[0432] G candidate image generation processing which the monochrome image generation section 183 performs is explained with reference to the flow chart of drawing 110 . In addition, the component of the monochrome image generation section 183 which is equivalent to the interpolation section 201 of the monochrome candidate image generation section 182 for convenience of explanation is described to be interpolation section 201-G.

[0433] In step S391, it judges whether interpolation section 201-G made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image the 1st attention pixel, and when it judges with having made no pixels into the 1st attention pixel, it progresses to step S392. In step S392, interpolation section 201-G is determined as every 1st 1-pixel attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0434] In step S393, interpolation section 201-G judges whether the color of the 1st attention pixel is G, and when it judges with it being G, it progresses to step S394. In step S394, interpolation section 201-G computes the smoothing value alpha by performing the direction of slant alternative data smoothing using 4 pixels adjoined and located in the direction of slant considering the 1st attention pixel as a core. In step

S395, interpolation section 201-G is applied to the synthetic sensibility compensation LUT (the same thing as the synthetic sensibility compensation LUT mentioned above with reference to drawing 90 thru/or drawing 92 ) which builds in the sum of the pixel value of the 1st attention pixel, and the smoothing value alpha computed at step S394, and makes the acquired value the pixel value corresponding to the 1st attention pixel of G candidate image. Processing returns to step S391.

[0435] In addition, in step S393, when [ whose color of the 1st attention pixel is not G ] judged, step S394 and step S395 are skipped, and return to step S391.

[0436] Then, in step S391, step S391 thru/or processing of S395 are repeated, and when judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 1st attention pixel, in step S391, processing progresses to step S396, until it is judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 1st attention pixel.

[0437] In step S396, it judges whether interpolation section 201-G made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image the 2nd attention pixel, and when it judges with having made no pixels into the 2nd attention pixel, it progresses to step S397. In step S397, interpolation section 201-G is determined as every 2nd 1-pixel attention pixel one by one from the pixel at the lower left of a color and a sensibility mosaic image to an upper right pixel.

[0438] In step S398, interpolation section 201-G judges whether the color of the 2nd attention pixel is G, and when it judges with it not being G, it progresses to step S399. In step S399, interpolation section 201-G computes the smoothing value alpha by performing perpendicularly alternative-data smoothing using 4 pixels which adjoins vertically and horizontally as a core and is located in the 2nd attention pixel. In step S400, interpolation section 201-G makes the smoothing value alpha computed at step S399 the pixel value corresponding to the 2nd attention pixel of G candidate image. Processing returns to step S396.

[0439] In addition, in step S398, when [ whose color of the 2nd attention pixel is R ] judged, step S399 and step S400 are skipped, and return to step S396.

[0440] Then, in step S396, step S396 thru/or processing of S400 are repeated, and when judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 2nd attention pixel, in step S396, the R candidate image generation processing concerned is ended, until it is judged with having made all the pixels of a color and a sensibility mosaic image into the 2nd attention pixel.

[0441] By the way, although all the pixels restored all the color components by the sensibility of homogeneity by 4th DEMOZAIKU processing by generating a brightness

image and a monochrome image and restoring a total color after that from a color and a sensibility mosaic image using the functionality of brightness and a color component as mentioned above. The brightness image generated first has correlation in the color information to restore, and as long as it is the signal which can be restored with high resolution, it may have the partial spectral characteristic. For example, the color mosaic array of a color and a sensibility mosaic image generates the image of G component instead of a brightness image, and you may make it generate the image of R component, and the image of B component like a Bayer array using the functionality of G, R, or G and B using the property that the pixel of G 2-double-exists as compared with the pixel of R, or the pixel of B.

[0442] In order to perform such processing, as shown in drawing 110, the image-processing section 7 may be constituted. The brightness image generation section 221 generates the output image G by performing processing of the interpolation section 201 (drawing 84) of the monochrome image generation section 182 in the 4th example of a configuration of the image-processing section 7, and same processing. The monochrome image generation section 222,223 generates the output image R or the output image B by performing the same processing as the monochrome image generation section 182,184 in the 4th example of a configuration of the image-processing section 7, respectively.

[0443] As mentioned above, the explanation about the example of a configuration of the image-processing section 7 which performs 1st thru/or 4th DEMOZAIKU processing is ended.

[0444] In addition, although a series of processings mentioned above can also be performed by hardware, they can also be performed with software. When performing a series of processings with software, the program which constitutes the software is installed in a general-purpose personal computer etc. from a record medium possible [ performing various kinds of functions ] by installing the computer built into the hardware of dedication, or various kinds of programs.

[0445] As shown in drawing 1, this record medium is distributed apart from a computer in order to provide a user with a program. The magnetic disk 16 (a floppy disk is included) with which the program is recorded, an optical disk 17 (CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory) --) DVD (Digital Versatile Disc) is included. It is not only constituted by the package media which consist of a magneto-optic disk 18 (MD (Mini Disc) is included) or semiconductor memory 19, but It consists of ROMs, hard disks, etc. with which a user is provided in the condition of having been beforehand included in the computer and with which the program is recorded.

[0446] In addition, in this specification, even if the processing serially performed according to the sequence that the step which describes the program recorded on a record medium was indicated is not of course necessarily processed serially, it is a juxtaposition thing also including the processing performed according to an individual.

[0447]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to the program of a record medium, in the image processing system of this invention and an approach, and a list The 1st and the 2nd color difference image which were generated based on the color mosaic-pattern information which shows the array of the color component of a color mosaic image, Since a color mosaic image is used for a list, a brightness image is generated, a brightness image is used for the 1st and the 2nd color difference image, and a list and all the color components corresponding to each pixel were restored, it becomes possible to inhibit generating of the color moire in a restoration image.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the example of a configuration of the digital still camera which applied this invention.

[Drawing 2] It is drawing explaining the outline of actuation of a digital still camera.

[Drawing 3] It is drawing showing an example of a photographic subject.

[Drawing 4] It is drawing showing an example of the color and sensibility mosaic image corresponding to drawing 3.

[Drawing 5] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P1.

[Drawing 6] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P2.

[Drawing 7] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P3.

[Drawing 8] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P4.

[Drawing 9] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P5.

[Drawing 10] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P6.

[Drawing 11] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P7.

[Drawing 12] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P8.

[Drawing 13] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P9.

[Drawing 14] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P10.

[Drawing 15] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P11.

[Drawing 16] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P12.

[Drawing 17] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P13.

[Drawing 18] It is drawing showing a color and the sensibility mosaic pattern P14.

[Drawing 19] It is drawing showing the cross section of the photo detector of CCD series 4.

[Drawing 20] It is drawing for explaining how to realize the mosaic array of sensibility optically.

[Drawing 21] It is drawing for explaining how to realize the mosaic array of sensibility optically.

[Drawing 22] It is drawing for explaining how to realize the mosaic array of sensibility optically.

[Drawing 23] It is drawing for explaining the 1st method of realizing the mosaic array of sensibility electronically.

[Drawing 24] It is drawing for explaining the 2nd method of realizing the mosaic array of sensibility electronically.

[Drawing 25] It is drawing showing the electrode structure of OR mold.

[Drawing 26] It is drawing showing the cross section of the electrode structure of OR mold.

[Drawing 27] It is drawing showing the electrode structure of an AND mold.

[Drawing 28] It is drawing showing the combination of the electrode structure of OR mold, and the electrode structure of an AND mold which realizes a color and the sensibility mosaic pattern P1.

[Drawing 29] It is drawing showing the combination of the electrode structure of OR mold, and the electrode structure of an AND mold which realizes a color and the sensibility mosaic pattern P2.

[Drawing 30] It is drawing showing the combination of the electrode structure of OR mold, and the electrode structure of an AND mold which realizes a color and the sensibility mosaic pattern P3.

[Drawing 31] It is drawing showing the combination of the electrode structure of OR mold, and the electrode structure of an AND mold which realizes a color and the sensibility mosaic pattern P4.

[Drawing 32] It is drawing showing the combination of the electrode structure of OR mold, and the electrode structure of an AND mold which realizes a color and the sensibility mosaic pattern P5.

[Drawing 33] It is drawing for explaining the definition of the position coordinate of a pixel.

[Drawing 34] It is drawing for explaining the outline of the 1st DEMOZAIKU processing.

[Drawing 35] It is drawing for explaining the outline of the 1st sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAIKU processing.

[Drawing 36] It is drawing for explaining the outline of the 1st sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAIKU processing.

[Drawing 37] It is drawing for explaining the outline of the 1st sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAIKU processing.

[Drawing 38] It is drawing for explaining the outline of the 2nd sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAIKU processing.

[Drawing 39] It is drawing for explaining the outline of the 2nd sensibility equalization processing in the 1st DEMOZAIKU processing.

[Drawing 40] It is drawing for explaining the outline of the 2nd DEMOZAIKU processing.

[Drawing 41] It is drawing for explaining the outline of the 1st sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing.

[Drawing 42] It is drawing for explaining the outline of the 1st sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing.

[Drawing 43] It is drawing for explaining the outline of the 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing.

[Drawing 44] It is drawing for explaining the outline of the 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing.

[Drawing 45] It is the block diagram showing the 1st example of a configuration of the image-processing section 7.

[Drawing 46] It is the block diagram showing the 1st example of a configuration of the sensibility equalization section 51.

[Drawing 47] It is the block diagram showing the example of a configuration of the color interpolation section 52.

[Drawing 48] It is the block diagram showing the example of a configuration of the color difference image generation section 72.

[Drawing 49] It is the block diagram showing the example of a configuration of the brightness image generation section 74.

[Drawing 50] It is a flow chart explaining the 1st DEMOZAIKU processing by the 1st example of a configuration of the image-processing section 7.

[Drawing 51] It is a flow chart explaining the 1st sensibility equalization processing by the 1st example of a configuration of the sensibility equalization section 51.

[Drawing 52] It is a flow chart explaining sensibility compensation processing of step

S11.

[Drawing 53] It is a flow chart explaining effectiveness distinction processing of step S12.

[Drawing 54] It is a flow chart explaining lack interpolation processing of step S13.

[Drawing 55] It is a flow chart explaining color interpolation processing of step S2.

[Drawing 56] It is a flow chart explaining the 1st color difference image generation processing of step S52.

[Drawing 57] It is a low chart explaining brightness image generation processing of step S53.

[Drawing 58] It is a flow chart explaining color space conversion processing of step S54.

[Drawing 59] It is the block diagram showing the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 51.

[Drawing 60] It is a flow chart explaining the 2nd sensibility equalization processing by the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 51.

[Drawing 61] It is a flow chart explaining interpolation processing of step S103.

[Drawing 62] It is a flow chart explaining the 2nd color difference image generation processing.

[Drawing 63] It is a flow chart explaining image gradient vector data processing of step S123.

[Drawing 64] It is the block diagram showing the 2nd example of a configuration of the image processing section 7.

[Drawing 65] It is the block diagram showing the 1st example of a configuration of the sensibility equalization section 111.

[Drawing 66] It is a flow chart explaining lack interpolation processing of the lack interpolation section 124.

[Drawing 67] It is the block diagram showing the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 111.

[Drawing 68] It is a flow chart explaining the 2nd sensibility equalization processing in the 2nd DEMOZAIKU processing by the 2nd example of a configuration of the sensibility equalization section 111.

[Drawing 69] It is a flow chart explaining interpolation color decision processing of step S163.

[Drawing 70] It is drawing for explaining the outline of the 3rd DEMOZAIKU processing.

[Drawing 71] It is drawing for explaining the outline of the color interpolation processing classified by sensibility in the 3rd DEMOZAIKU processing.



[Drawing 72] It is drawing for explaining the outline of the color interpolation processing classified by sensibility in the 3rd DEMOZAIKU processing.

[Drawing 73] It is the block diagram showing the 3rd example of a configuration of the image processing section 7.

[Drawing 74] It is the block diagram showing the example of a configuration of the color interpolation section 151 classified by sensibility.

[Drawing 75] It is the block diagram showing the example of a configuration of the sensibility equalization section 152.

[Drawing 76] It is a flow chart explaining the 3rd DEMOZAIKU processing by the 3rd example of a configuration of the image processing section 7.

[Drawing 77] It is a flow chart explaining the color interpolation processing classified by sensibility of step S181.

[Drawing 78] It is drawing for explaining extract processing of step S193.

[Drawing 79] It is drawing for explaining extract processing of step S193.

[Drawing 80] It is a flow chart explaining sensibility equalization processing of step S182.

[Drawing 81] It is drawing showing the example of the filter factor used in partial sum calculation processing of step S203.

[Drawing 82] It is the block diagram showing the example of a configuration of \*\* 14 of the image processing section 7.

[Drawing 83] It is the block diagram showing the 1st example of a configuration of the brightness image generation section 181.

[Drawing 84] It is the block diagram showing the example of a configuration of the monochrome image generation section 182.

[Drawing 85] It is a flow chart explaining the 4th DEMOZAIKU processing by the 4th example of a configuration of the image processing section 7.

[Drawing 86] It is a flow chart explaining brightness image generation processing of the brightness image generation section 181.

[Drawing 87] It is a flow chart explaining R component presumption processing of the presumed section 191.

[Drawing 88] It is drawing showing an example of R and the interpolation filter factor for B components.

[Drawing 89] It is drawing showing an example of the interpolation filter factor for G components.

[Drawing 90] It is drawing for explaining the synthetic sensibility compensation LUT.

[Drawing 91] It is drawing for explaining the synthetic sensibility compensation LUT.

[Drawing 92] It is drawing for explaining the synthetic sensibility compensation LUT.

[Drawing 93] It is a flow chart explaining noise rejection processing of the noise rejection section 198.

[Drawing 94] It is a flow chart explaining direction alternative data smoothing of the noise rejection section 198.

[Drawing 95] It is a flow chart explaining monochrome image generation processing of the monochrome image generation section 182.

[Drawing 96] It is a flow chart explaining ratio value calculation processing of the ratio value calculation section 202.

[Drawing 97] It is drawing showing an example of a smoothing filter factor. <BR>

[Drawing 98] It is the block diagram showing the 2nd example of a configuration of the brightness image generation section 181.

[Drawing 99] It is a flow chart explaining presumed processing of the RGB component by the presumed section 211.

[Drawing 100] It is drawing showing arrangement of the pixel used for presumed pixel value C0 interpolation processing.

[Drawing 101] It is a flow chart explaining presumed pixel value C0 interpolation processing.

[Drawing 102] It is drawing showing arrangement of the pixel used for presumed pixel value C1 interpolation processing.

[Drawing 103] It is a flow chart explaining presumed pixel value C1 interpolation processing.

[Drawing 104] It is drawing showing arrangement of the pixel used for presumed pixel value C2 interpolation processing.

[Drawing 105] It is a flow chart explaining presumed pixel value C2 interpolation processing.

[Drawing 106] It is drawing showing arrangement of the pixel used for presumed pixel value C3 interpolation processing.

[Drawing 107] It is a flow chart explaining presumed pixel value C3 interpolation processing.

[Drawing 108] It is a flow chart explaining R candidate image generation processing by interpolation section 201-R.

[Drawing 109] It is a flow chart explaining B candidate image generation processing by interpolation section 201-B.

[Drawing 110] It is a flow chart explaining G candidate image generation processing by interpolation section 201-G.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-209223

(P2002-209223A)

(43) 公開日 平成14年7月26日 (2002.7.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-リ-ト*(参考)
H 0 4 N 9/07		H 0 4 N 9/07	C 5 B 0 4 7
			A 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	4 1 0	G 0 6 T 1/00	4 1 0 5 C 0 6 5
	5 1 0		5 1 0 5 C 0 7 7
5/00	3 0 0	5/00	3 0 0 5 C 0 7 9
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 56 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-977(P2001-977)

(22) 出願日 平成13年1月9日(2001.1.9)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 光永 知生

東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内

(72) 発明者 小林 誠司

東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

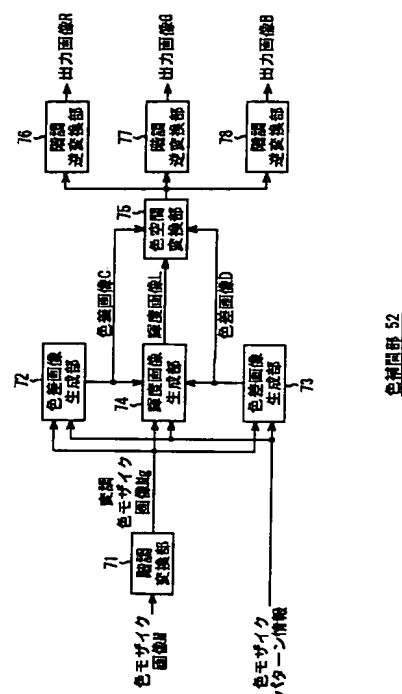
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法、並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 復元画像における色モアレの発生を抑止する。

【解決手段】 階調変換部71は、色モザイク画像Mに対し、階調変換処理を施して変調色モザイク画像Mgを生成する。色差画像生成部72、3は、変調色モザイク画像Mgを用い、それぞれ色差画像C、Dを生成する。輝度画像生成部74は、変調モザイク画像Mg、および色差信号C、Dを用いて輝度画像Lを生成する。色空間変換部75は、色差画像C、D、および輝度画像Lに色空間変換処理を施して変調画像を生成する。階調逆変換部76乃至78は、変調画像に変調逆変換処理を施して、それぞれ出力画像R、G、Bを生成する。



る部品検査装置、およびME(Medical Electronics)の分野における電子内視鏡等の光計測装置に幅広く利用されている。

【0003】一般に、固体撮像素子自体は単一の分光感度しか持ち得ないので、そのまま撮像すれば単一の分光感度、すなわちモノクロの画像が得られるだけである。そこで、1つの固体撮像素子を用いてカラー画像を得るために、画素毎に異なる分光感度、すなわち画素毎に異なる色で撮像する方式が広く一般に用いられている。

【0004】画素毎に色を変える方法としては、カラーフィルタが用いられる。例えば、R、G、Bの3種類の色のフィルタのうちのいずれかを用いて、固体撮像素子の撮像面に配列されている各受光素子を覆うようにする。これにより、撮像された画像の各画素は1種類の色成分だけを有することになるので、撮像した画像は、色に関してモザイク状の画像(以下、色モザイク画像を記述する)となる。

【0005】そのようにして得られた色モザイク画像に対し、所定の画像処理を施すことによって、全画素がR、G、Bの各成分を有する画像を生成する技術が従来開発されている。

【0006】なお、固体撮像素子の撮像面に配列されている各受光素子を覆うフィルタの色の組合せは、R、G、Bの3色に限られず、例えば、G、C(シアン)、M(マゼンタ)、Y(イエロ)の4色も利用されている。

【0007】そのような画像処理においては、各色間のサンプリング周波数が異なることに起因する画質に対する影響が問題となる。例えば、色のモザイク配列がベイア配列をなしている場合、RやBのサンプリング周波数はGのサンプリング周波数の1/2である。なお、各色のサンプリング周波数を統一することは可能であるが、その位相を同期させることは不可能である。

【0008】このように、各色のサンプリング周波数が異なる場合、画像処理によって復元した各色成分に位相差が生じてしまい、それが出力画像において、色モアレとして観測されて画質を損なう大きな原因となっている。

【0009】従来、この色モアレの発生を抑制することを目的とする画像処理の技術が提案されている。以下、そのような画像処理の技術について説明する。

【0010】第1の従来技術として、各色の局所的な比が保持されるように色を補間する方法を挙げることができる。この方法は、局所領域において、被写体の物体色の方向があまり変化しないと仮定される。物体色の方向は、各色の比率で記述される。例えば、近傍の点xと点yにおいて、RとGの比率が等しいとする。すなわち、 $R(x)/G(x) = R(y)/G(y)$ であるとす。点xにおけるG(x)が既知であれば、近傍の点yにおける色の比 $R(y)/G(y)$ を取得すれば、R

(x)を算出することができる。局所領域において色の比があまり変化しない場合、近傍の点yにおける色の比 $R(y)/G(y)$ の代わりに、局所領域内の既知である画素のR/G比の平均値 $(R/G)_t$ を用いることができる。すなわち、 $R(x) = G(x) \cdot (R/G)_t$ である。このような第1の従来技術は、特開昭61-501424号公報に開示されている。

【0011】第2の従来技術として、各色の低周波成分の比が保持されるように色を補間する方法を挙げることができる。この方法では、上述した第1の従来技術において算出していた $(R/G)_t$ を、Rの低周波成分 $R_l$ とG低周波成分 $G_l$ の比 $R_l/G_l$ を用いて近似する。なお、Rの低周波成分 $R_l$ とG低周波成分 $G_l$ は、同一の画素がRとGの両成分を有していなくても、それぞれを独立して計算することができるので、比 $R_l/G_l$ を計算するために、先にGだけを補間する必要がない。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、以上説明した第1および第2の従来技術では、適用できる色モザイク画像の画素の色の配列(以下、色モザイク配列と記述する)が限定されており、任意の色モザイク配列の色モザイク画像に対しては、効果的に色モアレの発生を抑制することができない課題があった。

【0013】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、任意の色モザイク配列の色モザイク画像から、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成する際、色モアレの発生を抑止できるようにすることを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の画像処理装置は、色モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像に対応する第1の色差画像を生成する第1の色差画像生成手段と、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像に対応する第2の色差画像を生成する第2の色差画像生成手段と、第1および第2の色差画像、並びに色モザイク画像を用いて、輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、第1および第2の色差画像、並びに輝度画像を用いて、各画素に対応する全ての色成分を復元する復元手段とを含むことを特徴とする。

【0015】前記第1および第2の色差画像生成手段は、色モザイク画像の第1の色成分を平滑化して、第1の平滑化画像を生成する第1の平滑化手段と、色モザイク画像の第1の色成分以外の色成分を平滑化して、第2の平滑化画像を生成する第2の平滑化手段と、第1の平滑化画像と第2の平滑化画像との対応する画素の色成分を減算して色差成分を生成する減算手段とを含むことができる。

【0016】前記第1および第2の平滑化手段には、方向選択的平滑化処理を用いて、第1または第2の平滑化

画像を生成させるようにすることができる。

【0017】前記輝度画像生成手段は、第1および第2の色差画像、並びに色モザイク画像を用いて、輝度候補画像を生成する輝度候補画像生成手段と、輝度候補画像のノイズ成分を除去して、輝度画像を生成するノイズ除去手段とを含むことができる。

【0018】前記ノイズ除去手段には、方向選択的平滑化処理を用いて輝度候補画像のノイズ成分を除去することにより、輝度画像を生成させるようにすることができる。

【0019】本発明の画像処理装置は、色モザイク画像に階調変換処理を施して、第1および第2の色差画像生成手段、並びに輝度画像生成手段に供給する階調変換手段をさらに含むことができる。

【0020】本発明の画像処理装置は、復元手段によって復元された各画素に対応する全ての色成分に対し、階調変換処理に対応する階調逆変換処理を施す階調逆変換手段をさらに含むことができる。

【0021】本発明の画像処理方法は、色モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像に対応する第1の色差画像を生成する第1の色差画像生成ステップと、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像に対応する第2の色差画像を生成する第2の色差画像生成ステップと、第1および第2の色差画像、並びに色モザイク画像を用いて、輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、第1および第2の色差画像、並びに輝度画像を用いて、各画素に対応する全ての色成分を復元する復元ステップとを含むことを特徴とする。

【0022】本発明の記録媒体のプログラムは、色モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像に対応する第1の色差画像を生成する第1の色差画像生成ステップと、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像に対応する第2の色差画像を生成する第2の色差画像生成ステップと、第1および第2の色差画像、並びに色モザイク画像を用いて、輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、第1および第2の色差画像、並びに輝度画像を用いて、各画素に対応する全ての色成分を復元する復元ステップとを含むことを特徴とする。

【0023】本発明の画像処理装置および方法、並びに記録媒体のプログラムにおいては、色モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像に対応する第1の色差画像が生成され、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像に対応する第2の色差画像が生成され、第1および第2の色差画像、並びに色モザイク画像を用いて輝度画像が生成され、第1および第2の色差画像、並びに輝度画像を用いて各画素に対応する全ての色成分が復元される。

【0024】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施の形態であるデジタルスチルカメラの構成例を示している。当該デジタルスチルカメラは、大別して光学系、信号処理系、記録系、表示系、および制御系から構成される。

【0025】光学系は、被写体の光画像を集光するレンズ1、光画像の光量を調整する絞り2、および、集光された光画像を光電変換して広ダイナミックレンジの電気信号に変換するCCDイメージセンサ4から構成される。

【0026】信号処理系は、CCDイメージセンサ4からの電気信号をサンプリングすることによってノイズを低減させる相関2重サンプリング回路(CDS)5、相関2重サンプリング回路5が出力するアナログ信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータ6、A/Dコンバータ6から入力されるデジタル信号に所定の画像処理を施す画像処理部7から構成される。なお、画像処理部7が実行する処理の詳細については後述する。

【0027】記録系は、画像処理部7が処理した画像信号を符号化してメモリ9に記録し、また、読み出して復号し、画像処理部7に供給するCODEC(Compression/Decompression)8、および、画像信号を記憶するメモリ9から構成される。

【0028】表示系は、画像処理部7が処理した画像信号をアナログ化するD/Aコンバータ10、アナログ化された画像信号を後段のディスプレイ12に適合する形式のビデオ信号にエンコードするビデオエンコーダ11、および、入力されるビデオ信号に対応する画像を表示することによりファインダとして機能するLCD(Liquid Crystal Display)等よりなるディスプレイ12から構成される。

【0029】制御系は、CCDイメージセンサ4乃至画像処理部7の動作タイミングを制御するタイミングジェネレータ(TG)3、ユーザがシャッタータイミングやその他のコマンドを入力する操作入力部13、および、ドライブ15を制御して磁気ディスク16、光ディスク17、光磁気ディスク18、または半導体メモリ19に記憶されている制御用プログラムを読み出し、読み出した制御用プログラム、操作入力部13から入力されるユーザからのコマンド等に基づいてデジタルスチルカメラの全体を制御するCPU(Central Processing Unit)などよりなる制御部14から構成される。

【0030】当該デジタルスチルカメラにおいて、被写体の光学画像(入射光)は、レンズ1および絞り2を介してCCDイメージセンサ4に入射され、CCDイメージセンサ4によって光電変換され、得られた電気信号は、相関2重サンプリング回路5によってノイズが除去され、A/Dコンバータ6によってデジタル化された後、画像処理部7が内蔵する画像メモリに一時格納される。

【0031】なお、通常の状態では、タイミングジェネレータ3による信号処理系に対する制御により、画像処理部7が内蔵する画像メモリには、一定のフレームレ

トで絶えず画像信号が上書きされるようになされている。画像処理部7が内蔵する画像メモリの画像信号は、D/Aコンバータ10によってアナログ信号に変換され、ビデオエンコーダ11によってビデオ信号に変換されて対応する画像がディスプレイ12に表示される。

【0032】ディスプレイ12は、当該デジタルスチルカメラのファインダの役割も担っている。ユーザが操作入力部13に含まれるシャッターボタンを押下した場合、制御部14は、タイミングジェネレータ3に対し、シャッターボタンが押下された直後の画像信号を取り込み、その後は画像処理部7の画像メモリに画像信号が上書きされないように信号処理系を制御させる。その後、画像処理部7の画像メモリに書き込まれた画像データは、CODEC8によって符号化されてメモリ9に記録される。以上のようなデジタルスチルカメラの動作によって、1枚の画像データの取り込みが完了する。

【0033】次に、当該デジタルスチルカメラの動作の概要について、図2を参照して説明する。当該デジタルスチルカメラは、CCDイメージセンサ4を中心とする光学系の撮像処理によって、被写体を画素毎に異なる色と感度で撮像し、色と感度がモザイク状になった画像（以下、色・感度モザイク画像と記述し、その詳細は後述する）を得る。その後、画像処理部7を中心とする信号処理系により、撮像処理によって得られた画像が、各画素が全ての色成分を有し、かつ、均一の感度を有する画像に変換される。以下、色・感度モザイク画像を、各画素が全ての色成分を有し、かつ、均一の感度を有する画像に変換させる画像処理部7を中心とする信号処理系の処理を、デモザイク処理とも記述する。

【0034】例えば、図3に示すような被写体を撮影した場合、撮像処理によって図4に示すような色・感度モザイク画像が得られ、画像処理によって各画素が全ての色成分と均一の感度を有する画像に変換される。すなわち、図4に示す色・感度モザイク画像から図3に示す被写体の元の色を復元する。

【0035】次に、色・感度モザイク画像を構成する画素の色成分および感度の配列パターン（以下、色・感度モザイクパターンと記述する）P1乃至P4を図5乃至図18に示す。なお、色・感度モザイクパターンを構成する色の組み合わせとしては、R（赤）、G（緑）、およびB（青）からなる3色の組合せの他、Y（黄）、M（マゼンタ）、C（シアン）、およびG（緑）からなる4色の組合せがある。感度の段階としては、S0およびS1から成る2段階の他、感度S2を追加した3段階や、さらに、感度S3を追加した4段階がある。なお、図5乃至図14においては、各正方形が1画素に対応しており、英文字がその色を示し、英文字の添え字として数字がその感度を示している。例えば、G<sub>0</sub>と表示された画素は、色がG（緑）であって感度がS0であることを示している。また、感度については数字が大きいほ

ど、より高感度であるとする。

【0036】色・感度モザイクパターンP1乃至P14は、以下に示す第1乃至第4の特徴によって分類することができる。

【0037】第1の特徴は、同一の色および感度を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されており、かつ、感度に拘わらず同一の色を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されていることである。第1の特徴について、図5に示す色・感度モザイクパターンP1を参照して説明する。

【0038】図5の色・感度モザイクパターンP1において、感度に拘わらず色がRである画素に注目した場合、図面を右回りに45度だけ回転させた状態で見れば明らかなように、それらは、水平方向には $2^{1/2}$ の間隔で、垂直方向には $2^{3/2}$ の間隔で格子状の配置されている。また、感度に拘わらず色がBである画素に注目した場合、それらも同様に配置されている。感度に拘わらず色がGである画素に注目した場合、それらは、水平方向および垂直方向に $2^{1/2}$ の間隔で格子状の配置されている。

【0039】第1の特徴は、図5に示す色・感度モザイクパターンP1の他、色・感度モザイクパターンP2、P4、P6、P8、P9、P10、P11、P13が有している。

【0040】第2の特徴は、同一の色および感度を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されており、かつ、色に拘わらず同一の感度を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されており、かつ、任意の画素に注目した場合、その画素とその上下左右に位置する4画素の合計5画素が有する色の中に、当該色・感度モザイクパターンに含まれる全ての色が含まれることである。

【0041】第2の特徴は、図7に示す色・感度モザイクパターンP3の他、色・感度モザイクパターンP5、P7、P8、P9、P12、P14が有している。

【0042】第3の特徴は、第1の特徴を有しており、さらに、3種類の色が用いられていて、それらがベイヤ(Bayer)配列をなしていることである。第3の特徴について、図6に示す色・感度モザイクパターンP2を参照して説明する。

【0043】図6の色・感度モザイクパターンP2において、感度に拘わらず色がGである画素に注目した場合、それらは1画素おきに市松状に配置されている。感度に拘わらず色がRである画素に注目した場合、それらは1ラインおきに配置されている。また、感度に拘わらず色がBである画素に注目した場合も同様に、1ラインおきに配置されている。したがって、このパターンP2は、画素の色だけに注目すれば、ベイヤ配列であるといえる。

【0044】なお、第3の特徴は、図6の色・感度モザ

イクパターンP2の他、色・感度モザイクパターンP10、P11が有している。

【0045】第4の特徴は、第2の特徴を有しており、さらに、同一の感度を有する画素に注目した場合、それらの配列がベイア配列をなしていることである。第4の特徴について、図7に示す色・感度モザイクパターンP3を参照して説明する。

【0046】図7の色・感度モザイクパターンP3において、感度S0の画素だけに注目した場合、図面を斜め45度だけ傾けて見れば明らかなように、それらは2<sup>1/2</sup>の間隔を空けてベイア配列をなしている。また、感度S1の画素だけに注目した場合も同様に、それらはベイア配列をなしている。

【0047】なお、第4の特徴は、図7の色・感度モザイクパターンP3の他、色・感度モザイクパターンP5、P12が有している。

【0048】ところで、以下、図5乃至図18に示した色・感度モザイクパターンP1乃至P14に関連し、画素の感度に拘わらず色だけに注目して「色のモザイク配列」と記述する。また、色に拘わらず感度だけに注目して「感度のモザイク配列」と記述する。

【0049】次に、CCDイメージセンサ4において上述した色・感度モザイクパターンを実現する方法について説明する。

【0050】色・感度モザイクパターンのうち、色のモザイク配列については、CCDイメージセンサ4の受光素子の上面に、画素毎に異なる色の光だけを透過させるオンチップカラーフィルタを配置することによって実現する。

【0051】色・感度モザイクパターンのうち、感度のモザイク配列については、光学的な方法、または電子的な方法によって実現する。

【0052】感度のモザイク配列を光学的に実現する方法について説明する。図19は、CCDイメージセンサ4の受光素子の断面を示している。受光素子の上部表面には、オンチップレンズ21が形成されている。オンチップレンズ21は、図面上方からの入射光がフォトダイオード(PD)23に集光されるようになされている。オンチップカラーフィルタ22は、入射光の波長帯域を制限する(特定の波長帯域だけを透過させる)。受光素子の下部には、ウェハ中にフォトダイオード23が形成されている。フォトダイオード23は、入力された光量に対応して電荷を生じる。フォトダイオード21の両脇には、垂直レジスタ26が形成されている。垂直レジスタ26の上部には、垂直レジスタ21を駆動する垂直レジスタ駆動電極25が配線されている。

【0053】垂直レジスタ25は、フォトダイオード23で生じた電荷を転送する領域であるので、そこで電荷が生じることがないように、垂直レジスタ26と垂直レジスタ駆動電極25はシールド24によって遮光されて

いる。シールド24は、フォトダイオード23の上部だけが開口しており、その開口部分を入射光が通過してフォトダイオード23に到達するようになされている。

【0054】以上説明したように構成されるCCDイメージセンサ4を利用して、各受光素子の感度を変えることができる(フォトダイオード23に対する入射光量を変化させることができる)。

【0055】例えば、図20に示すように、オンチップレンズ21の設置の有無により、集光される光量を変化させることができる。また、例えば図21に示すように、オンチップカラーフィルタ22の上方(または下方)にニュートラルデンシティフィルタ31を設置することにより、光の透過率を変えることができる。また、例えば図22に示すように、シールド24の開口部分の面積を変化させることにより、フォトダイオード23に対する入射光量を変化させることができる。

【0056】次に、感度のモザイク配列を電子的に実現する2種類の方法について説明する。

【0057】例えば、隣接する2つの受光素子(第1および第2の受光素子)に対し、制御のタイミングを違えることにより、2つの受光素子を異なる感度に設定する第1の方法について、図23を参照して説明する。

【0058】図23(A)は、CCDイメージセンサ4の露光期間を示している。同図(B)は、電荷掃き出しを指令するパルス電圧のタイミングを示している。同図(C)は、電荷転送を指令する制御電圧が与えられるタイミングを示している。同図(D)は、第1の受光素子に対し、電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミングを示している。同図(E)は、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第1の受光素子に蓄積される電荷量の変化を示している。同図(F)は、第2の受光素子に対し、電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミングを示している。同図(G)は、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第2の受光素子に蓄積される電荷量の変化を示している。

【0059】感度のモザイク配列を電子的に実現する第1の方法において、電荷掃き出しパルス電圧は、第1および第2の受光素子に対し共通して、露光期間以外においては、フォトダイオード23から電荷を掃き出しさせる(リセットさせる)ように供給され、露光期間中においては、所定のタイミングで1回だけ電荷をリセットするために供給される。

【0060】電荷転送電圧は、露光期間以外においては、第1および第2の受光素子に対し共通して垂直レジスタ26に電荷を転送させるための波形電圧が供給され、露光期間中においては、垂直レジスタ26からの電荷の転送が停止されるように電荷転送電圧は供給されない。

【0061】電荷読み出しパルス電圧は、各受光素子に

対して異なるタイミングで供給される。第1の受光素子に対しては、露光期間中の電荷掃き出しパルス電圧の供給タイミング(同図(B))の直前に、1回目の電荷読み出しパルス電圧が供給され、露光期間中の終了の直前に2回目の電荷読み出しパルス電圧が供給される。

【0062】その結果、第1の受光素子からは、1回目および2回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングのそれぞれにおける第1の受光素子の蓄積電荷量が垂直レジスタ26に読み出される。なお、露光期間中は垂直レジスタ26の電荷の転送は停止されているので、それら2回の読み出し電荷量が垂直レジスタ26内で加算され、露光期間終了後に同じフレームのデータとして垂直レジスタ26から転送されるようになされている。

【0063】一方、第2の受光素子に対しては、露光期間中の電荷掃き出しパルス電圧の供給タイミングの直前に1回だけ電荷読み出しパルス電圧が供給される。その結果、第2の受光素子からは、1回だけの電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第2の受光素子の蓄積電荷量が垂直レジスタ26に読み出される。なお、露光期間中は垂直レジスタ23の電荷の転送は停止されているので、第2の受光素子から読み出された蓄積電荷は、露光期間終了後に、第1の受光素子から読み出された蓄積電荷と同じフレームのデータとして垂直レジスタ26から転送されるようになされている。

【0064】以上のように、第1の受光素子と第2の受光素子とに対する制御タイミングをそれぞれ違えることにより、同じ露光期間中に第1の受光素子で読み出される蓄積電荷量と、第2の受光素子から読み出される蓄積電荷量、すなわち感度が異なるように設定することができる。

【0065】ところで、感度のモザイク配列を電子的に実現する第1の方法では、受光素子によっては露光期間中の全域にわたる被写体の情報を計測できないという点が問題である。

【0066】次に、感度のモザイク配列を電子的に実現する第2の方法について、図31を参照して説明する。同図(A)乃至同図(G)はそれぞれ、図23(A)乃至図23(G)と同様に、CCDイメージセンサ4の露光期間、電荷掃き出しを指令するパルス電圧のタイミング、電荷転送を指令する制御電圧が与えられるタイミング、第1の受光素子に対して電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミング、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第1の受光素子に蓄積される電荷量の変化、第2の受光素子に対する電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミング、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第2の受光素子に蓄積される電荷量の変化を示している。

【0067】感度のモザイク配列を電子的に実現する第2の方法においては、露光期間中において、電荷掃き出

しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が複数回繰り返して供給される。

【0068】すなわち、電荷掃き出しパルス電圧については、第1および第2の受光素子に対し共通して露光期間中において、1回目の電荷掃き出しパルス電圧と2回目の電荷掃き出しパルス電圧の組が複数回供給される。電荷読み出しパルス電圧については、第1の受光素子に対しては、1回目および2回目の電荷掃き出しパルス電圧の組毎に、1回目の電荷読み出しパルス電圧の直前に1回目の電荷読み出しパルス電圧が供給され、2回目の電荷掃き出しパルス電圧の直前に2回目の電荷読み出しパルス電圧が供給される。一方、第2の受光素子に対しては、電荷掃き出しパルス電圧の組毎に、1回目の電荷掃き出しパルス電圧の直前に1回だけ電荷読み出しパルス電圧が供給される。

【0069】その結果、第1の受光素子からは、1回目および2回目の電荷掃き出しパルス電圧の組毎に、1回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第1の受光素子の蓄積電荷量と、2回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第1の受光素子の蓄積電荷量が読み出される。なお、露光期間中は、垂直レジスタ26の電荷の転送が停止されているので、これら組ごとに2回ずつ読み出された電荷量は、垂直レジスタ26で加算される。第2の受光素子からは、1回目および2回目の電荷掃き出しパルス電圧の組毎に1回だけ供給される電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第2の受光素子の蓄積電荷量が読み出される。これら組ごとに1回ずつ読み出された電荷量は、垂直レジスタ26で加算される。

【0070】以上説明したような感度のモザイク配列を電子的に実現する第2の方法では、露光期間中において電荷の読み出しを複数回繰り返すので、露光期間中の全域にわたる被写体の情報を計測することが可能となる。

【0071】なお、上述した感度のモザイク配列を電子的に実現する第1および第2の方法に関連し、一般的に、CCDイメージセンサ4の読み出し制御は、水平ライン毎に配線される垂直レジスタ駆動電極25に印加される。例えば、図5に示した色・感度モザイクパターンP1のように、水平ライン毎に感度が変わるような感度のモザイク配列を実現するためには、その電極構造を利用すればよいので、ラインごとに異なる読み出しパルス電圧がかけられるような若干の改良をおこなえばよい。さらに、3相駆動の垂直レジスタを持つプログレッシブスキャンのCCDイメージセンサにおいては、その電極構造を工夫することによって、2段階感度による任意のモザイク配列を電子的に実現できる。

【0072】図25は、2段階の感度を有する感度のモザイク配列を実現するために用いる電極配線による垂直転送用ポリシリコン電極の第1の電極構造を示している。図26は、図25の図中の線分a a'におけるCCD



イメージセンサの断面図を示している。第1相垂直レジスタ駆動電極42および第2相垂直レジスタ駆動電極43は、同じ水平ライン上で隣接する画素の電極と連結しているの、同一水平ライン上の電極は同期して駆動される。一方、第3相垂直レジスタ駆動電極44は、同じ垂直ライン上で隣接する画素の電極と連結しているの、同一垂直ライン上の電極は同期して駆動される。また、第2相垂直レジスタ駆動電極43および第3相垂直レジスタ駆動電極44は、対応するフォトダイオード23に隣接する読み出しゲート41上にもかかるようになされている。

【0073】したがって、第2相垂直レジスタ駆動電極43、または第3相垂直レジスタ駆動電極44に読み出しパルス印加した場合、読み出しゲート41のバリアを一時的に取り除き、対応するフォトダイオード23に蓄積されている電荷を垂直レジスタ26に転送することが可能である。以下、図25および図26に示した電極構造をOR型の電極構造と記述する。

【0074】図27は、2段階の感度を有する感度のモザイク配列を実現するために用いる電極配線による垂直転送用ポリシリコン電極の第2の電極構造を示している。図27の図中の線分a a'におけるCCDイメージセンサの断面も、図26に示した断面図と同様である。すなわち、第2の電極構造においても、第1の電極構造と同様に、第1相垂直レジスタ駆動電極42および第2相垂直レジスタ駆動電極43は、同じ水平ライン上で隣接する画素の電極と連結しているの、同一水平ライン上の電極は同期して駆動される。第3相垂直レジスタ駆動電極44は、第1の電極構造と同様に、同じ垂直ライン上で隣接する画素の電極と連結しているの、同一垂直ライン上の電極は同期して駆動される。

【0075】しかしながら、第3相垂直レジスタ駆動電極44が対応するフォトダイオード23に隣接する読み出しゲート41上において、当該フォトダイオード23の辺縁部分に沿って配置され、次いでそれに隣接するように第2相垂直レジスタ駆動電極43の細長く加工された部分が読み出しゲート41にかかるようになされている点が第1の電極構造と異なる。

【0076】したがって、第2相垂直レジスタ駆動電極43および第3相垂直レジスタ駆動電極44のうち、一方だけに読み出しパルス印加した場合、読み出しゲート41のバリアを取り除くことができない。読み出しゲート41のバリアを取り除き、フォトダイオード23に蓄積されている電荷を垂直レジスタ26に転送するためには、第2相垂直レジスタ駆動電極43と第3相垂直レジスタ駆動電極44に同時に読み出しパルス印加する必要がある。以下、図27に示した電極構造をAND型の電極構造と記述する。

【0077】以上説明したOR型の電極構造とAND型の電極構造を1つのCCDイメージセンサ内で組み合わせて

使うことにより、2段階感度による任意のモザイク配列をつくることことができる。例えば、図5に示した色・感度モザイクパターンP1のうち、感度のモザイク配列を実現するためには、図28に示すようにOR型の電極構造とAND型の電極構造を組み合わせればよい。

【0078】図5と図28を比較すれば明らかなように、2段階の感度S0、S1のうち、低感度S0画素にはAND型の電極構造を採用し、高感度S1の画素にはOR型の電極構造を採用するようにする。このようにOR型とAND型の電極構造を組み合わせ構成したCCDイメージセンサ4に対し、その第2相垂直レジスタ駆動電極43に読み出しパルス電圧を印加すれば、OR型の画素だけで電荷読み出しがおこなわれ、第2相垂直レジスタ駆動電極43および第3相垂直レジスタ駆動電極44に同時に読みだしパルス電圧を印加すれば、OR型とAND型の両方、すなわち全ての画素で電荷読み出しがおこなわれるようになる。

【0079】なお、第2相垂直レジスタ駆動電極43、および第3相垂直レジスタ駆動電極44に対するパルス電圧の供給タイミングは、図23（または図24）に示した制御タイミングのうち、同図(D)の1回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングと、同図(F)の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおいて、第2相および第3相の両方を駆動し、同図(D)の2回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおいて第2相だけを駆動するようにすれば、OR型の電極構造の画素は高感度S1となり、AND型の電極構造の画素は低感度S0となる。

【0080】同様の方法により、その他の2段階の感度を有する感度のモザイク配列をつくることことができる。例えば、図6に示した色・感度モザイクパターンP2のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図29に示すように組み合わせる。図7に示した色・感度モザイクパターンP3のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図30に示すように組み合わせる。図8に示した色・感度モザイクパターンP4のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図31に示すように組み合わせる。図9に示した色・感度モザイクパターンP5のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図32に示すように組み合わせる。

【0081】次に、画像処理部7を中心とする画像処理系のデモザイク処理について説明するが、その前に、以下の説明において用いる画素の位置座標の定義について、図33を参照して説明する。

【0082】図33は、画像上の画素の位置を示す座標系(x, y)を示している。すなわち、画像の左下端を(0, 0)とし、画像の右上端を(x<sub>max</sub>, y<sub>max</sub>)とする。図中に□で表されている各画素は、長さ1の横幅と

成分を復元する色補正処理から成る。

【0096】第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の概要について、図35、図41および図42を参照して説明する。

【0097】第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理も、2段階の処理に分別することができる。第1の感度均一化処理が施される前の色・感度モザイク画像の所定の1ラインの画素の画素値は、図35と同様であるとする。

【0098】第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の1段階目の処理により、感度S0の画素の画素値は、感度S1に対する感度S0の相対的比率を用いてスケールされる。感度S1の画素の画素値はスケールされない。図41は、第1の感度均一化処理の1段階目の処理を施した結果を示している。1段階目の処理が施された状態では、同図に示すように、有効性判別結果が有効Vである画素は、スケールによって本来の光強度が復元されるが、無効Iである画素は、本来の光強度が復元されていない。

【0099】そこで、第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の2段階目の処理では、無効である画素の画素値を、その色に拘わらず近傍の有効な画素の画素値を用いて補間する。図42は、第1の感度均一化処理の2段階目の処理を施した結果を示している。例えば、図41の中央の無効Iであって色Yの画素は、図42に示すように、当該画素に隣接する有効な色Xの画素の画素値を用いて生成される補間曲線X'に基づいて色Xの画素値が補間される。

【0100】次に、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要について、図35、図43、および図44を参照して説明する。第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理も、2段階の処理に分別することができる。第2の感度均一化処理が施される前の色・感度モザイク画像の所定の1ラインの画素の画素値は、図35と同様であるとする。

【0101】第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の1段階目の処理では、各画素に対し、色に拘わらずより近くに位置する近傍の画素の画素値が用いられ感度S0での画素値と、感度S1での画素値が推定される。例えば、色Xの画素の推定値として、当該画素に隣接する画素が色Yである場合、色Yの感度S1での推定値と、感度S1での画素値が補間される。図43は、第2の感度均一化処理の1段階目の処理を施した結果を示している。同図に示すように、1段階目の処理が施されたことにより、各画素は、元の色に拘わらず隣接した画素の色に変更されて、感度S0での画素値と、感度S1での画素値を有している。

【0102】第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の2段階目の処理では、画素毎に感度S0の画素値と、感度S1の画素値が合成されて感度が均一化

される。図44は、第2の感度均一化処理の2段階目の処理を施した結果を示している。

【0103】次に、第1のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第1の構成例について、図45を参照して説明する。以下、特に断りがある場合を除き、色・感度モザイク画像は、図6の色・感度モザイクパターンP2である、すなわち、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度はS0、S1のうち的一方であるとする。ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。

【0104】画像処理部7の第1の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像は、感度均一化部51に供給される。色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報は、感度均一化部51、および色補間部52に供給される。色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、感度均一化部51に供給される。

【0105】感度均一化部51は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に感度均一化処理を施すことによって、各画素の色が変更されずに感度が均一化された色モザイク画像Mを生成し、色補間部52に出力する。

【0106】色補間部52は、感度均一化部51からの色モザイク画像Mに対し、色モザイクパターン情報を用いる色補間処理を施すことによって出力画像R、G、Bを生成する。

【0107】なお、色モザイクパターン情報は、色・感度モザイク画像の各画素の色の種類（いまの場合、R、G、Bのいずれかの色）を示す情報であり、画素位置をインデックスとして、その画素が有する色成分の情報を取得できるようになされている。

【0108】感度モザイクパターン情報は、色・感度モザイク画像の各画素の感度の種類（いまの場合、S0またはS1）を示す情報であり、画素位置をインデックスとして、その画素の感度の情報を取得できるようになされている。

【0109】図46は、感度均一化部51の第1の構成例を示している。当該第1の構成例は、図35乃至図37を参照して説明した第1の感度均一化処理を実行する感度均一化部51の構成例である。

【0110】感度均一化部51の第1の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像は、感度補償部61および有効性判別部63に供給される。色モザイクパターン情報は、欠落補間部64に供給される。感度モザイクパターン情報は、感度補償部61および有効性判別部63に供給される。

【0111】感度補償部61は、相対感度値LUT62から得られる相対感度値Sに基づき、色・感度モザイク画

像に感度補償を施して欠落補間部64に出力する。相対感度値LUT62は、画素の感度をインデックスとして、相対感度値Sを出力するルックアップテーブルである。

【0112】有効性判別部63は、色・感度モザイク画像の各画素の画素値を、飽和レベルの閾値 $\theta_H$ およびノイズレベルの $\theta_L$ と比較することによって画素値の有効性を判別し、その結果を判別情報として欠落補間部64に供給する。判別情報には、各画素の画素値について、有効(Valid)、または無効(Invalid)を示す情報が記述されている。

【0113】欠落補間部64は、有効性判別部63からの判別情報に基づき、感度補償された色・感度モザイク画像に欠落補間処理を施すことによって色モザイク画像Mを生成し、後段の色補間部52に出力する。

【0114】図47は、色補間部52の構成例を示している。色補間部52において、感度均一化部51からの色モザイク画像Mは、階調変換部71に供給される。色モザイクパターン情報は、色差画像生成部72、73、および輝度画像生成部74に供給される。

【0115】階調変換部71は、色モザイク画像Mに対して階調変換処理を施し、得られる変調色モザイク画像Mgを色差画像生成部72、73、および輝度画像生成部74に供給する。階調変換処理としては、具体的には $\gamma$ 乗のべき算関数による変換等を用いる。

【0116】色差画像生成部72は、変調色モザイク画像Mgを用い、全ての画素が色差C(=R-G)成分を有する色差画像Cを生成して輝度画像生成部74および色空間変換部75に供給する。色差画像生成部73は、変調色モザイク画像Mgを用い、全ての画素が色差D(=B-G)成分を有する色差画像Dを生成して輝度画像生成部74および色空間変換部75に供給する。輝度画像生成部74は、変調モザイク画像Mg、色差信号C、Dを用いて輝度画像Lを生成し、色空間変換部75に供給する。

【0117】色空間変換部75は、色差画像C、D、および輝度画像Lに色空間変換処理を施し、得られる変調画像(各画素がそれぞれRGB成分を有する画像)を階調逆変換部76乃至78に供給する。

【0118】階調逆変換部76は、色空間変換部75からのR成分の画素値を $(1/\gamma)$ 乗することにより、階調変換部71における階調変換の逆変換を施して出力画像Rを得る。階調逆変換部77は、色空間変換部75からのG成分の画素値を $(1/\gamma)$ 乗することにより、階調変換部71における階調変換の逆変換を施して出力画像Gを得る。階調逆変換部78は、色空間変換部75からのB成分の画素値を $(1/\gamma)$ 乗することにより、階調変換部71における階調変換の逆変換を施して出力画像Bを得る。

【0119】なお、感度均一化部51から供給される色モザイク画像Mがベイヤ配列を成している場合、色補間

部52において、例えば、特開昭61-501424号公報等に開示されている従来の方法を用いて色補間処理を実行するようにしてもよい。

【0120】図48は、色差画像生成部72の構成例を示している。色差画像生成部72において、階調変換部71からの変調色モザイク画像Mgは平滑化部81、82に供給される。色モザイクパターン情報も平滑化部81、82に供給される。

【0121】平滑化部81は、各画素に対し、R成分を有する近傍の画素の画素値を用いて当該画素のR成分を補間することにより、平滑化されたR成分の画像R'を生成して減算器83に供給する。平滑化部82は、各画素に対し、G成分を有する近傍の画素の画素値を用いて当該画素のG成分を補間することにより、平滑化されたG成分の画像G'を生成して減算器83に供給する。

【0122】減算器83は、平滑化部81からの平滑化されるR成分の画像R'の画素値から、平滑化部82からの平滑化されるG成分の画像G'の対応する画素の画素値を減算することにより、色差画像Cを生成して色空間変換部75に供給する。

【0123】なお、色差画像生成部73の同様に構成されている。

【0124】図49は、輝度画像生成部74の構成例を示している。輝度画像生成部74を構成する輝度算出部91は、階調変換部71からの変調色モザイク画像Mg、色差画像生成部72からの色差画像C、色差画像生成部73からの色差画像D、および色モザイクパターン情報に基づいて各画素の輝度候補値を算出し、各画素の輝度候補値からなる輝度候補値画像Lcをノイズ除去部92に出力する。

【0125】ノイズ除去部92は、輝度候補値画像Lcの各画素値(輝度候補値)に平滑化成分(後述)を合成することによってノイズを除去し、得られる輝度画像Lを色空間変換部75に出力する。

【0126】次に、図45に示した画像処理部7の第1の構成例による第1のデモザイク処理について、図50にフローチャートを参照して説明する。

【0127】ステップS1において、感度均一化部51は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に感度均一化処理を施し、得られた色モザイク画像Mを色補間部52に出力する。

【0128】図46に示した感度均一化部51の第1の構成例による第1の感度均一化処理の詳細について、図51のフローチャートを参照して説明する。

【0129】ステップS11において、感度補償部61は、入力された色・感度モザイク画像に感度補償処理を施し、感度補償された色・感度モザイク画像を欠落補間部64に供給する。

【0130】感度補償処理の詳細について、図52のフ

10

20

30

40

50

ローチャートを参照して説明する。ステップS21において、感度補償部61は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS22に進む。ステップS22において、感度補償部61は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0131】ステップS23において、感度補償部61は、感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の感度(S0またはS1)を取得し、さらに、

【0132】ステップS24において、感度補償部61は、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値を相対感度値Sで除算することにより、その画素値の感度を補償する。感度が補償された画素値は、感度補償された色・感度モザイク画像の画素値とされる。

【0133】処理は、ステップS21に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS21乃至S24の処理が繰り返される。ステップS21において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、

【0134】ステップS12において、有効性判別部63は、色・感度モザイク画像に有効性判別処理を施すことにより、各画素の画素値の有効性を示す判別情報を生成して欠落補間部64に供給する。なお、ステップS12の有効判別処理は、ステップS61の感度補償処理を平行して実行するようにしてもよい。

【0135】有効性判別処理の詳細について、図53のフローチャートを参照して説明する。ステップS31において、有効性判別部63は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS32に進む。ステップS32において、有効性判別部63は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0136】ステップS33において、有効性判別部63は、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が、ノイズレベルの閾値 $\theta_1$ と飽和レベルの閾値 $\theta_2$ の範囲内であるか否かを判定し、閾値の範囲内であると判定した場合、

【0137】ステップS34において、有効性判別部63は、注目画素の判別情報を有効とする。処理はステップS31に戻る。

【0138】ステップS33において、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が閾値の範囲内ではないと判定した場合、ステップS35に進む。ステップS35において、有効性判別部63は、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が、飽和レベルの閾値 $\theta_2$ 以上であるか否かを判定し、飽和レベルの閾値 $\theta_2$ 以上であると判

定した場合、ステップS36に進む。

【0139】ステップS36において、有効性判別部63は、感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素が感度S0であるか否かを判定し、感度S0であると判定した場合、ステップS34に進み、注目画素が感度S0ではないと判定した場合、ステップS37に進む。

【0140】ステップS37において、有効性判別部63は、注目画素の判別情報を無効とする。処理はステップS31に戻る。

【0141】ステップS35において、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が飽和レベルの閾値 $\theta_2$ 以上ではないと判定した場合、ステップS38に進む。ステップS38において、有効性判別部63は、感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素が感度S1であるか否かを判定し、感度S1であると判定した場合、ステップS34に進み、注目画素が感度S1ではないと判定した場合、ステップS37に進む。

【0142】その後、ステップS31において、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS31乃至S38の処理が繰り返される。ステップS31において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図51のステップS13にリターンする。

【0143】ステップS13において、欠落補間部64は、有効性判別部63からの判別情報に基づき、感度補償された色・感度モザイク画像に欠落補間処理を施し、得られた色モザイク画像Mを色補間部52に供給する。

【0144】欠落補間処理の詳細について、図54のフローチャートを参照して説明する。ステップS41において、欠落補間部64は、感度補償された色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS42に進む。ステップS42において、欠落補間部64は、感度補償された色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0145】ステップS43において、欠落補間部64は、注目画素の判別情報が無効であるか否かを判定し、注目画素の判別情報が無効であると判定した場合、ステップS44に進む。

【0146】ステップS44において、欠落補間部64は、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の色の種類(いまの場合、RGBのうちのいずれかの色)を判別し、注目画素の近傍の画素(例えば、注目画素を中心とする5×5画素)のうち、注目画素と同じ色であって、かつ、判別情報が有効である画素を検出し、検出した画素(以下、参照画素と記述する)の画素値を抽出する。

【0147】ステップS45において、欠落補間部64は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応し

て予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。ステップS46において、欠落補間部64は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を色モザイク画像Mの注目画素の画素値とする。

【0148】処理は、ステップS41に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS41乃至46の処理が繰り返される。ステップS41において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図50のステップS2にリターンする。

【0149】以上説明したステップS1の感度均一化処理によって得られた色モザイク画像Mに対し、ステップS2において、色補間部52は、色モザイクパターン情報に基づいて色補間処理を施すことにより、出力画像R、G、Bを生成する。

【0150】色補間処理の詳細について、図55のフローチャートを参照して説明する。ステップS51において、階調変換部71は、色モザイク画像Mに対して階調変換処理を施す（具体的には、変調色モザイク画像Mgの各画素値を $\gamma$ 乗する）ことにより、変調色モザイク画像Mgを生成して色差画像生成部72、73、および輝度画像生成部74に供給する。

【0151】ステップS52において、色差画像生成部72は、階調変換部71からの変調色モザイク画像Mgを用いて色差画像Cを生成し、輝度画像生成部74および色空間変換部75に供給する。一方、色差画像生成部73は、階調変換部71からの変調色モザイク画像Mgを用いて色差画像Dを生成し、輝度画像生成部74および色空間変換部75に供給する。

【0152】色差画像生成部72が色差画像Cを生成する第1の処理について、図56のフローチャートを参照して説明する。ステップS61において、平滑化部81、82は、変調色モザイク画像Mgの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS62に進む。ステップS62において、平滑化部81、82は、変調色モザイク画像Mgの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0153】ステップS63において、平滑化部81は、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする5×5画素）のうち、R成分を有する画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。一方、平滑化部82も同様に、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素のうち、G成分を有する画素を検出し、検出した画素の画素値を抽出する。

【0154】ステップS64において、平滑化部81は、R成分を有する参照画素の注目画素に対する相対的

な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。一方、平滑化部82も同様に、G成分を有する参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。

【0155】ステップS65において、平滑化部81は、R成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を平滑化されたR成分だけの画像R'の注目画素に対応する画素値とする。一方、平滑化部82も同様に、G成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を平滑化されたG成分だけの画像G'の注目画素に対応する画素値とする。

【0156】ステップS66において、減算器83は、平滑化部81からの平滑化されたR成分だけの画像R'の注目画素に対応する画素値から、平滑化部82からの平滑化されたG成分だけの画像G'の注目画素に対応する画素値を減算し、その差を色差画像Cの注目画素に対応する画素値とする。

【0157】処理は、ステップS61に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS61乃至66の処理が繰り返される。ステップS61において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図55のステップS53にリターンする。

【0158】なお、色差画像生成部73が色差画像Dを生成する処理は、上述した色差画像生成部72が色差画像Cを生成する第1の処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0159】ステップS53において、輝度画像生成部74は、変調モザイク画像Mg、色差信号C、Dを用いて輝度画像Lを生成し、色空間変換部75に供給する。

【0160】輝度画像生成部74の輝度画像生成処理の詳細について、図57のフローチャートを参照して説明する。ステップS71において、輝度算出部91は、変調色モザイク画像Mgの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS72に進む。ステップS72において、輝度算出部91は、変調色モザイク画像Mgの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0161】ステップS73において、輝度算出部91は、色モザイクパターン情報を参照して、注目画素の色の種類（いまの場合、RGBのいずれかの色）を判定する。

【0162】ステップS73において、注目画素の色の種類がRであると判定された場合、処理はステップS74に進む。ステップS74において、輝度算出部91

は、変調色モザイク画像Mg、および色差信号C、Dの注目画素に対応する画素値を次式(1)に適用して、輝度候補画像Lcの注目画素に対応する画素値を算出する。

$$Lc = 3Mg - 2C + D$$

【0163】ステップS73において、注目画素の色の種類がGであると判定された場合、処理はステップS75に進む。ステップS75において、輝度算出部91 ※

$$Lc = 3Mg + C + D$$

【0164】ステップS73において、注目画素の色の種類がBであると判定された場合、処理はステップS76に進む。ステップS76において、輝度算出部91 10

は、変調色モザイク画像Mg、および色差信号C、Dの★

$$Lc = 3Mg + C - 2D$$

【0165】なお、式(1)乃至(3)において、Lc、Mg、C、Dは、それぞれ、注目画素に対応する輝度候補画像Lc、変調色モザイク画像Mg、色差信号C、色差画像Dの画素値である。

【0166】処理はステップS71に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS71乃至S76の処理が繰り返される。ステップS71において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理はステップS77に進む。

【0167】以上説明したステップS71乃至S76の処理によって生成された輝度候補画像Lcはノイズ除去部92に供給される。

【0168】ステップS77において、ノイズ除去部92は、変調色モザイク画像Mgの全ての画素を注目画素☆

$$\text{勾配}\nabla = (Lc(R) - Lc(L), Lc(U) - Lc(D)) \dots (4)$$

【0170】ステップS80において、ノイズ除去部92は、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値(輝度候補値)を次式(5)、(6)に適用して、注目画素◆30

$$Hh = (Lc(L) + Lc(R)) / 2 \dots (5)$$

$$Hv = (Lc(U) + Lc(D)) / 2 \dots (6)$$

【0171】ステップS81において、ノイズ除去部92は、ステップS79で算出した注目画素に対応する勾配∇の絶対値||∇||に対応して、水平方向の平滑化寄与率whと垂直方向の平滑化寄与率wvを算出する。

【0172】具体的には、勾配∇の絶対値が0よりも大きい場合、次式(7)に示すように、正規化した勾配∇\*

$$wh = 1 - |(\nabla / \|\nabla\|, (1, 0))| \dots (7)$$

$$wv = 1 - |(\nabla / \|\nabla\|, (0, 1))| \dots (8)$$

【0173】勾配∇の絶対値が0である場合、水平方向の平滑化寄与率whおよび垂直方向の平滑化寄与率wvを、それぞれ0.5とする。

$$L = Lc + (wh \cdot Hh + wv \cdot Hv) / (wh + wv) \dots (9)$$

【0175】なお、式(9)において、Lc、Lは、それぞれ、注目画素に対応する輝度候補画像Lc、輝度画像Lの画素値である。

【0176】処理はステップS77に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS77乃至S82の処理が繰り返される。ステップS77におい 50

\* 度候補画像Lcの注目画素に対応する画素値を算出する。

... (1)

※は、変調色モザイク画像Mg、および色差信号C、Dの注目画素に対応する画素値を次式(2)に適用して輝度候補画像Lcの注目画素に対応する画素値を算出する。

... (2)

★注目画素に対応する画素値Mg、C、Dを次式(3)に適用して輝度候補画像Lcの注目画素に対応する画素値を算出する。

... (3)

☆としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS78に進む。ステップS78において、ノイズ除去部92は、変調色モザイク画像Mgの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0169】ステップS79において、ノイズ除去部92は、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値(輝度候補値)を次式(4)に適用して、注目画素に対応する勾配∇(グラディエント)を算出する。なお、勾配∇は、画像の水平方向と垂直方向の1次微係数を要素とするベクトルである。また、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値(輝度候補値)を、それぞれLc(U)、Lc(D)、Lc(L)、Lc(R)とする。

◆に対応する水平方向の平滑化成分Hhと垂直方向の平滑化成分Hvを算出する。

\* ||∇||とベクトル(1, 0)との内積の絶対値を1から減算して水平方向の平滑化寄与率whを得る。また、次式(8)に示すように、正規化した勾配∇/||∇||とベクトル(0, 1)との内積の絶対値を1から減算して垂直方向の平滑化寄与率wvを得る。

※【0174】ステップS82において、ノイズ除去部92は、次式(9)を用いて注目画素に対応する輝度画像Lの画素値(輝度値)を算出する。

て、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図55のステップS54にリターンする。

【0177】ステップS54において、色空間変換部75は、色差画像C、D、および輝度画像Lに色空間変換処理を施すことにより、各画素がそれぞれRGB成分を有する変調画像を生成して階調逆変換部76乃至78に

供給する。

【0178】色空間変換処理の詳細について、図58のフローチャートを参照して説明する。ステップS91において、色空間変換部75は、輝度画像L（色差画像C、または色差画像Dでもよい）の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としないと判定した場合、ステップS92に進む。ステップS92において、色空間変換部75は、輝度画像Lの\*

$$R_g = (L + 2C - D) / 3$$

$$G_g = (L - C - D) / 3$$

$$B_g = (L - C + 2D) / 3$$

【0180】なお、式(10)乃至(12)において、L、C、Dは、それぞれ、注目画素に対応する輝度画像L、色差信号C、色差画像Dの画素値である。

【0181】処理はステップS91に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS91乃至S93の処理が繰り返される。ステップS91において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図55のステップS55にリターンする。

【0182】ステップS55において、階調逆変換部76は、色空間変換部75から供給された変調画像の各画素のR成分に対し、ステップS51の階調変換処理に対応する階調逆変換処理を施すこと（具体的には、画素値を $1/\gamma$ 乗すること）によって出力画像Rを生成する。同様に、階調逆変換部77は、色空間変換部75から供給された変調画像の各画素のG成分に対し、ステップS51の階調変換処理に対応する階調逆変換処理を施すことによって出力画像Gを生成する。階調逆変換部78は、色空間変換部75から供給された変調画像の各画素のB成分に対し、ステップS51の階調変換処理に対応する階調逆変換処理を施すことによって出力画像Bを生成する。以上説明したような色補間処理によって、出力画像R、G、BGが生成される。

【0183】以上により、図45に示した画像処理部7の第1の構成例による第1のデモザイク処理についての説明を終了する。

【0184】次に、図46に示した感度均一化部51の第2の構成例の代わりに用いることができる感度均一化部51の第2の構成例について、図59を参照して説明する。

【0185】当該第2の構成例は、図35、図38、および図39を参照して説明した第1のデモザイク処理における第2の感度均一化処理を感度均一化部51が実行するための構成例である。

【0186】以下、色・感度モザイク画像は、図14の色・感度モザイクパターンP10、図15の色・感度モザイクパターンP1等のように、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度は4段階S0、S1、S2、S3のうちのいずれかの感度であるとして説明する。ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB

\* 左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0179】ステップS93において、色空間変換部75は、注目画素に対応する輝度画像L、色差画像C、および色差画像Dの画素値を次式(10)、(11)、(12)に適用して、注目画素に対応する変調画像のR成分の値Rg、G成分の値Gg、B成分の値Bgを算出する。

$$\dots (10)$$

$$\dots (11)$$

$$\dots (12)$$

以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。また、感度が2段階、または3段階である色・感度モザイクパターンに適用することが可能である。

【0187】感度均一化部51の第2の構成例において、撮像素からの色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、補間部101-1乃至101-4に供給される。

【0188】補間部101-1は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S0の補間処理を施し、得られる感度S0に対応する補間値を加算器102に出力する。補間部101-2は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S1の補間処理を施し、得られる感度S1に対応する補間値を加算器102に出力する。補間部101-3は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S2の補間処理を施し、得られる感度S2に対応する補間値を加算器102に出力する。補間部101-4は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S3の補間処理を施し、得られる感度S3に対応する補間値を加算器102に出力する。

【0189】加算器102は、補間部101-1乃至101-4から入力される感度S0乃至S3の補間値を画素毎に加算し、その和を色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部103に供給する。

【0190】合成感度補償部103は、加算器102から供給される色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償LUT104に照らし合わせ、得られる値を画素値とする色モザイク画像Mを生成して色補間部52に供給する。合成感度補償LUT104は、色モザイク候補画像の画素値をインデックスとして、色モザイク画像Mの画素値を取得できるようになされている。

【0191】図59に示した感度均一化部51の第2の構成例による、第1のデモザイク処理における第2の感度均一化処理について、図60のフローチャートを参照して説明する。

【0192】ステップS101において、補間部101-1乃至101-4は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注



目画素としていないと判定した場合、ステップS102に進む。ステップS102において、補間部101-1乃至101-4は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0193】ステップS103において、補間部101-1乃至101-4は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに補間処理を施すことにより、それぞれ感度S0、S1、S2、または感度S3に対応する補間値を生成して加算器102に出力する。

【0194】補間部101-1による感度S0の補間処理について、図61のフローチャートを参照して説明する。ステップS111において、補間部101-1は、色・感度モザイク画像の注目画素の近傍に位置する画素（例えば、注目画素を中心とする5×5画素）のうち、色が注目画素と同じであり、かつ、感度がS0である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。

【0195】ステップS112において、補間部101-1は、検出した参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。ステップS113において、補間部101-1は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を注目画素の感度S0に対応する補間値とする。処理は図60のステップS60に戻る。

【0196】なお、補間部101-2乃至101-3による感度S1乃至S3の補間処理は、上述した補間部101-1による感度S0の補間処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0197】ステップS104において、加算器102は、補間部101-1乃至101-4から入力される注目画素に対応する感度S0乃至S3の補間値を加算し、その和を、注目画素に対応する色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部103に供給する。

【0198】ステップS105は、合成感度補償部103は、加算器102から供給された色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償LUT104に照らし合わせ、得られた値を注目画素に対応する色モザイク画像Mの画素値とする。

【0199】処理は、ステップS101に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS101乃至105の処理が繰り返される。ステップS101において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、第1のデモザイク処理における第2の感度均一化処理は終了される。

\* 【0200】なお、第2の感度均一化処理後においては、図55のフローチャートを参照して上述した色補間処理が実行される。

【0201】次に、上述した色差画像Cを生成する第1の処理（図56）の代わりに、色差画像生成部72が実行可能な色差画像Cを生成する第2の処理について、図62のフローチャートを参照して説明する。

【0202】ステップS121において、平滑化部81、82は、変調色モザイク画像Mgの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS122に進む。ステップS122において、平滑化部81、82は、変調色モザイク画像Mgの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0203】ステップS123において、平滑化部81は、注目画素に対応する画像勾配ベクトルgを演算する。

【0204】画像勾配ベクトル演算処理の詳細について、図63のフローチャートを参照して説明する。当該画像勾配ベクトル演算処理においては、色モザイク画像Mgの全ての画素のうち、所定の1種類の色の画素だけをを用いて画像勾配ベクトルgを演算する。

【0205】なお、所定の1種類の色の選択は任意であるが、例えば、色モザイク画像Mgの色モザイクパターンがベイヤ配列をなしている場合、G成分を有する画素は、R成分を有する画素やB成分を有する画素に比較して2倍存在するので、1種類の色をGとすることが理にかなっている。したがって、以下、色モザイク画像Mgの色モザイクパターンがベイヤ配列をなしており、かつ、所定の1種類の色をGに選択したとして仮定して説明を継続する。

【0206】ステップS141において、平滑化部81は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS142に進む。この場合、注目画素の上下左右に位置する4画素の色はGではなく、かつ、注目画素の斜め方向に隣接する4画素の色がGである。

【0207】ステップS142において、平滑化部81は、注目画素の上下左右に位置する4画素にそれぞれ対応するG成分の値G(U)、G(D)、G(L)、G(R)を、注目画素の左上に隣接するG成分を有する画素の画素値G(LU)、注目画素の左下に隣接するG成分を有する画素の画素値G(LD)、注目画素の右上に隣接するG成分を有する画素の画素値G(RU)、および、注目画素の右下に隣接するG成分を有する画素の画素値G(RD)を次式(13)乃至次式(16)に適用して補間する。

$$\begin{aligned} G(U) &= (G(LU) + G(RU)) / 2 & \cdots (13) \\ G(D) &= (G(LD) + G(RD)) / 2 & \cdots (14) \\ G(L) &= (G(LU) + G(LD)) / 2 & \cdots (15) \end{aligned}$$



$$G(R) = (G(RU) + G(RD)) / 2$$

【0208】ステップS143において、平滑化部81は、注目画素の上下左右に位置する4画素にそれぞれ対応するG成分の値G(U), G(D), G(L), G

$$g_h = G(R) - G(L)$$

$$g_v = G(U) - G(D)$$

$$g' = (g_h, g_v)$$

$$g = g' / \|g'\|$$

【0209】なお、ステップS141において、注目画素の色がGではないと判定された場合、処理はステップS144に進む。この場合、注目画素の上下左右に位置する4画素の色はGである。

【0210】ステップS144において、注目画素の上下左右に位置する4画素の画素値を取得して、それぞれを値G(U), G(D), G(L), G(R)に代入する。

【0211】以上のように注目画素に対応する画像勾配ベクトルgを演算する。なお、色モザイク画像Mgの色モザイクパターンがベイア配列をなしていない場合においても、類似した処理によって画像勾配ベクトルgを演算することができる。

【0212】処理は図62のステップS124にリターンする。

【0213】ステップS124において、平滑化部81は、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする5×5画素）のうち、R成分を有する画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出※

$$\omega = (1 - |(n, g)|)^p$$

【0216】ステップS127において、平滑化部81は、R成分を有する参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。一方、平滑化部82も同様に、G成分を有する参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。

【0217】ステップS128において、平滑化部81は、R成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数および重要度ωを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、各参照画素に対応するフィルタ係数と重要度ωとを乗算し、それらの積の総和を演算する。一方、平滑化部82も同様に、G成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数および重要度ωを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、各参照画素に対応するフィルタ係数と重要度ωとを乗算し、それらの積の総和を演算する。

【0218】ステップS129において、平滑化部81は、ステップS128で演算したR成分を有する各参照画素の画素値、対応するフィルタ係数、および重要度ωの積の総和を、各参照画素に対応するフィルタ係数およ

$$\dots (16)$$

\* (R)を、次式(17)乃至次式(19)に適用してベクトルg'を算出し、次式(20)のように正規化して勾配ベクトルgを算出する。

$$\dots (17)$$

$$\dots (18)$$

$$\dots (19)$$

$$\dots (20)$$

※する。一方、平滑化部82も同様に、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素のうち、G成分を有する画素を検出し、検出した画素の画素値を抽出する。

【0214】ステップS125において、平滑化部81は、注目画素からR成分を有する各参照画素までの位置ベクトルnをそれぞれ算出して正規化する。一方、平滑化部82も同様に、注目画素からG成分を有する各参照画素までの位置ベクトルnをそれぞれ算出して正規化する。

【0215】ステップS126において、平滑化部81は、次式(21)に示すように、R成分を有する参照画素毎に、注目画素の勾配ベクトルgと位置ベクトルnとの内積の絶対値を1から除算し、その差のρ乗を演算することにより、当該参照画素に対する重要度ωを算出する。一方、平滑化部82も同様に、G成分を有する参照画素毎に重要度ωを算出する。ここで、ρは、方向選択の先鋭度を調整するための定数であり、予め設定されている。

$$\dots (21)$$

び重要度ωの積の総和で除算して、その商を平滑化されたR成分だけの画像R'の注目画素に対応する画素値とする。一方、平滑化部82も同様に、平滑化部82は、ステップS128で演算したG成分を有する各参照画素の画素値、対応するフィルタ係数、および重要度ωの積の総和を、各参照画素に対応するフィルタ係数および重要度ωの積の総和で除算して、その商を平滑化されたG成分だけの画像G'の注目画素に対応する画素値とする。

【0219】ステップS130において、減算器83は、平滑化部81からの平滑化されたR成分だけの画像R'の注目画素に対応する画素値から、平滑化部82からの平滑化されたG成分だけの画像G'の注目画素に対応する画素値を減算し、その差を色差画像Cの注目画素の画素値とする。

【0220】処理は、ステップS121に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS121乃至S130の処理が繰り返される。ステップS121において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、当該色差画像生成処理を終了して、図55のステップS53にリターンする。

【0221】なお、色差画像生成部73が色差画像Dを生成する処理は、上述した色差画像生成部72が色差画像Cを生成する第2の処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0222】色差画像Cを生成する第2の処理では、画像内の物体の輪郭を検出し、輪郭に平行して平滑化を実行するようにしたので、色差画像Cを生成する第1の処理に比較して色モアレの発生を抑止することができる。

【0223】次に、第2のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第2の構成例について、図64を参照して説明する。画像処理部7の第2の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像、色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、感度均一化部111に供給される。

【0224】感度均一化部111は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に感度均一化処理を施し、得られる感度が均一化された色モザイク画像Mの色補間部52に出力する。ただし、得られる色モザイク画像Mの色モザイク配列は、元の色・感度モザイク画像の色モザイク配列とは必ずしも同じではないので、感度均一化部111は、色モザイクパターン情報を更新して色補間部112に供給する。

【0225】色補間部112は、感度均一化部111からの色モザイク画像Mに対し、図45の色補間部52と同様に、色モザイクパターン情報を用いる色補間処理を施すことによって出力画像R、G、Bを生成する。

【0226】図65は、感度均一化部111の第1の構成例を示している。当該第1の構成例は、図35、図41および図42を参照して説明した第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理を実行する感度均一化部111の構成例である。

【0227】感度均一化部111の第1の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像は、感度補償部121および有効性判別部123に供給される。色モザイクパターン情報は、欠落補間部124に供給される。感度モザイクパターン情報は、感度補償部121および有効性判別部123に供給される。

【0228】感度補償部121は、相対感度値LUT122から得られる相対感度値Sに基づき、色・感度モザイク画像に感度補償を施して欠落補間部124に出力する。相対感度値LUT122は、画素の感度をインデックスとして、相対感度値Sを出力するルックアップテーブルである。

【0229】有効性判別部123は、色・感度モザイク画像の各画素の画素値を、飽和レベルの閾値 $\theta_1$ およびノイズレベルの $\theta_2$ と比較することによって画素値の有効性を判別し、その結果を判別情報として欠落補間部1

24に供給する。判別情報には、各画素の画素値について有効または無効を示す情報が記述されている。

【0230】欠落補間部124は、有効性判別部123からの判別情報に基づき、感度補償された色・感度モザイク画像の全画素のうち、判別情報が有効である画素の画素値はそのまま用い、判別情報が無効である画素に対しては、感度補償された色・感度モザイク画像のなかに最も多く存在する色を有する画素の画素値を用いて、その色成分の画素値を補間する。このように、最も多く存在する色を有する画素の画素値を用いることによって、より高周波成分が復元し易くなる。さらに、欠落補間部124は、生成した色モザイク画像Mの色モザイク配列に対応して色モザイクパターン情報を更新し、色補間部112に出力する。

【0231】次に、図64に示した画像処理部7の第2の構成例が主に実行する第2のデモザイク処理について説明するが、その大部分は、上述した第1のデモザイク処理と同様である。よって、上述した第1のデモザイク処理と異なる処理、すなわち、感度均一化部111を構成する欠落補間部124の欠落補間処理について、図66のフローチャートを参照して説明する。以下、色・感度モザイク画像のなかにはG成分を有する画素が最も多く存在すると仮定する。ただし、他の色成分を有する画素が最も多く存在する場合においても同様に処理することができる。

【0232】ステップS151において、欠落補間部124は、感度補償された色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS152に進む。ステップS152において、欠落補間部124は、感度補償された色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0233】ステップS153において、欠落補間部124は、注目画素の判別情報が無効であるか否かを判定し、注目画素の判別情報が無効であると判定した場合、ステップS154に進む。

【0234】ステップS154において、欠落補間部124は、色モザイクパターン情報を参照し、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする $5 \times 5$ 画素）のうち、G成分を有する画素であって、かつ、判別情報が有効である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。また、欠落補間部124は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。さらに、欠落補間部124は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を色モザイク画像Mの注目画素の画素値とする。

【0235】ステップS155において、欠落補間部124は、色モザイクパターン情報における注目画素の色をGに更新する。

【0236】なお、ステップS153において、注目画素の判別情報が無効ではないと判定された場合、ステップS154、およびステップS155の処理はスキップされる。

【0237】処理は、ステップS151に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS151乃至S155の処理が繰り返される。ステップS151において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、当該欠落補間処理は終了され、得られた色モザイク画像M、および更新された色モザイクパターン情報は、後段の色補間部112に供給される。

【0238】次に、図65に示した感度均一化部111の第1の構成例の代わりに用いることができる感度均一化部111の第2の構成例について、図67を参照して説明する。

【0239】当該第2の構成例は、図35、図43、および図44を参照して説明した第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理を感度均一化部111が実行するための構成例である。

【0240】以下、色・感度モザイク画像は、図14の色・感度モザイクパターンP10、図15の色・感度モザイクパターンP1等のように、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度は4段階S0、S1、S2、S3のうちのいずれかの感度であるとして説明する。ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。また、感度が2段階、または3段階である色・感度モザイクパターンに適用することが可能である。

【0241】感度均一化部111の第2の構成例において、撮像素からの色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、補間部132-1乃至132-4に供給される。色モザイクパターン情報は、補間色決定部131にも供給される。

【0242】補間色決定部131は、色モザイクパターン情報に基づき、補間部132-1乃至132-3で補間する補間値の色（補間色）を指定する。また、補間色決定部131は、補間色の決定に対応して色モザイクパターン情報を更新する。

【0243】補間部131-1は、補間色決定部131からの補間色の指定に対応して、色・感度モザイク画像に感度S0の補間処理を施し、得られる感度S0に対応する補間値を加算器133に出力する。補間部131-2は、補間色決定部131からの補間色の指定に対応して、色・感度モザイク画像に感度S1の補間処理を施し、得られる感度S1に対応する補間値を加算器133に出力する。補間部131-3は、補間色決定部131

からの補間色の指定に対応して、色・感度モザイク画像に感度S2の補間処理を施し、得られる感度S2に対応する補間値を加算器133に出力する。補間部131-4は、補間色決定部131からの補間色の指定に対応して、色・感度モザイク画像に感度S3の補間処理を施し、得られる感度S3に対応する補間値を加算器133に出力する。

【0244】加算器133は、補間部132-1乃至132-4から入力される感度S0乃至S3の補間値を画素毎に加算し、その和を色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部134に供給する。

【0245】合成感度補償部134は、加算器133から供給される色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償LUT135に照らし合わせ、得られる値を画素値とする色モザイク画像を生成して色補間部112に供給する。合成感度補償LUT135は、色モザイク候補画像の画素値をインデックスとして、色・感度モザイク画像Mの画素値を取得できるようになされている。

【0246】図67に示した感度均一化部111の第2の構成例による、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理について、図68のフローチャートを参照して説明する。

【0247】ステップS161において、補間部132-1乃至132-4は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS162に進む。ステップS162において、補間部132-1乃至132-4は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0248】ステップS163において、補間色決定部131は、色モザイクパターン情報に基づく補間色決定処理を実行し、得られた注目画素の補間色を補間部132-1乃至132-4に通知する。

【0249】補間色決定部131の補間色決定処理の詳細について、図69のフローチャートを参照して説明する。なお、当該補間色決定処理は、注目画素により近傍の画素を用いて注目画素の画素値を補間することを目的とし、色・感度モザイク画像の色モザイク配列がベイア配列をなしていると仮定する。

【0250】ステップS171において、補間色決定部131は、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の色を判定する。

【0251】ステップS171において、注目画素の色がGであると判定された場合、ステップS172に進む。この場合、注目画素の斜め方向に隣接する4画素の色もGである。ステップS172において、補間色決定部131は、注目画素の補間色をGに決定し、補間部132-1乃至132-4に通知する。さらに、補間色決定部131は、注目画素に対応する色モザイクパターン

情報をGに更新する。

【0252】ステップS171において、注目画素の色がRであると判定された場合、ステップS173に進む。この場合、注目画素の斜め方向に隣接する4画素の色はBである。ステップS173において、補間色決定部131は、注目画素の補間色をBに決定し、補間部132-1乃至132-4に通知する。さらに、補間色決定部131は、注目画素に対応する色モザイクパターン情報をBに更新する。

【0253】ステップS171において、注目画素の色がBであると判定された場合、ステップS174に進む。この場合、注目画素の斜め方向に隣接する4画素の色はRである。ステップS174において、補間色決定部131は、注目画素の補間色をRに決定し、補間部132-1乃至132-4に通知する。さらに、補間色決定部131は、注目画素に対応する色モザイクパターン情報をRに更新する。

【0254】以上説明した補間色決定処理によれば、色モザイク配列がベイア配列をなす色・感度モザイク画像のRとBを入れ替えるように、注目画素の補間色を指定するので、更新された色モザイクパターン情報もベイア配列をなすことが維持される。

【0255】処理は図68のステップS164にリターンする。

【0256】ステップS164において、補間部132-1乃至132-4は、補間色決定部131からの補間色の指定に対応し、色・感度モザイク画像に補間処理を施すことにより、それぞれ感度S0、S1、S2、または感度S3に対応する補間値を生成して加算器133に出力する。

【0257】具体的には、例えば、補間部132-1は、色・感度モザイク画像の注目画素の近傍に位置する画素（例えば、注目画素を中心とする5×5画素）のうち、補間色指定部131から指定された色を有し、かつ、感度がS0である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。また、補間部132-1は、検出した参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。さらに、補間部132-1は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を注目画素の感度S0に対応する補間値とする。

【0258】なお、補間部132-2乃至132-3による感度S1乃至S3の補間処理は、上述した補間部132-1による感度S0の補間処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0259】ステップS165において、加算器133は、補間部132-1乃至132-4から入力される注

目画素に対応する感度S0乃至S3の補間値を加算し、その和を注目画素に対応する色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部133に供給する。

【0260】ステップS166は、合成感度補償部134は、加算器133から供給された色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償LUT135に照らし合わせ、得られた値を注目画素に対応する色モザイク画像Mの画素値とする。

【0261】処理は、ステップS161に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS161乃至166の処理が繰り返される。ステップS161において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理は終了される。

【0262】なお、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理により得られた色モザイク画像Mに対しては、色補間部112によって色補間処理が施されるが、その処理は図55のフローチャートを参照して上述した色補間処理と同様であるので説明は省略する。

【0263】次に、図70は、画像処理部7を中心とする画像処理系の第3のデモザイク処理の概要を示している。

【0264】第3のデモザイク処理は、図70に示すように、撮像部の処理によって得られた色・感度モザイク画像の画素の感度を変更することなく、各画素のRGB成分を補間してR成分の感度モザイク画像MsR、G成分の感度モザイク画像MsG、およびB成分の感度モザイク画像MsBを生成する感度別色補間処理と、R成分の感度モザイク画像、G成分の感度モザイク画像、およびB成分の感度モザイク画像のそれぞれの感度を均一化して出力画像R、G、Bを生成する感度均一化処理から成る。

【0265】第3のデモザイク処理における感度別色補間処理は、色・感度モザイク画像から同一の感度の画素だけを抽出する抽出処理と、抽出処理で抽出された画素のRGB成分の画素値を補間する色補間処理と、色補間処理で補間された画素値をRGB成分毎に合成して感度モザイク画像を生成する挿入処理からなる。

【0266】例えば、抽出処理では、図71(A)に示すような色・感度モザイク画像から、感度S1の画素だけが抽出されて、画素が市松状に配置された図71

(B)に示すような色モザイク画像McS1が生成される。色補間処理では、色モザイク画像McS1から、感度S1であってR成分を有する画素が市松状に配置された図71(C)に示すような画像Rs1、感度S1であってG成分を有する画素が市松状に配置された画像Gs1、および感度S1であってB成分を有する画素が市松状に配置された画像Bs1が生成される。

【0267】例えば、挿入処理では、色補間処理によって生成された図72(A)に示すような画像RS0と、図72(B)に示すような画像RS1が組み合わされて、図

72 (C) に示すような感度モザイク画像MsRが生成される。

【0268】次に、第3のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第3の構成例について、図73を参照して説明する。

【0269】画像処理部7の第3の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像は、感度別色補間部151に供給される。色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報は、感度別色補間部151に供給される。色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、感度別色補間部151、および感度均一化部152乃至154に供給される。

【0270】なお、以下、特に断りがある場合を除き、色・感度モザイク画像は、図7の色・感度モザイクパターンP3であるとする。すなわち、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度はS0、S1のうち的一方であって、さらに、色に拘わらず感度S0の画素だけに注目すれば、それらは格子状（市松状）に配置されている。同様に、感度S1の画素の格子状（市松状）に配置されている。

【0271】ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。

【0272】感度別色補間部151は、色・感度モザイク画像に感度別色補間処理を施し、得られるR成分の感度モザイク画像MsR、G成分の感度モザイク画像MsG、およびB成分の感度モザイク画像MsBを、それぞれ対応する感度均一化部152乃至154に供給する。

【0273】感度均一化部152は、R成分の感度モザイク画像MsRに感度均一化処理を施すことによって出力画像Rを生成する。感度均一化部153は、G成分の感度モザイク画像MsGに感度均一化処理を施すことによって出力画像Gを生成する。感度均一化部154は、B成分の感度モザイク画像MsBに感度均一化処理を施すことによって出力画像Bを生成する。

【0274】図74は、感度別色補間部151の構成例を示している。感度別色補間部151において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、抽出部161に供給される。

【0275】抽出部161は、色・感度モザイク画像に対して、感度Si（いまの場合、 $i = 0, 1$ ）の抽出処理を施し、得られる感度Siの画素からなる色モザイク画像McSiを色補間部162に供給する。なお、色モザイク画像McSiは、元の色・感度モザイク画像のxy座標系とは異なるst座標系を用いて表現されるで画像である（詳細は図78および図79を参照して後述する）。また、抽出部161は、色モザイク画像McSiの色モザイク配列を示す感度Siの色モザイクパターン情報を生成

し、色補間部162に供給する。さらに、抽出部161は、色モザイク画像McSiと元の色・感度モザイク画像との位置関係を保持する感度Siの元位置情報を生成し、挿入部163乃至165に供給する。

【0276】色補間部162は、抽出部161からの色モザイク画像McSiの全画素のRGB成分を補間し、得られる画像Rsi、Gsi、Bsiをそれぞれ対応する挿入部163乃至165に供給する。画像Rsiは、色モザイク画像McSiの各画素に対応するR成分の画素値からなる画像である。画像Gsiは、色モザイク画像McSiの各画素に対応するG成分の画素値からなる画像である。画像Bsiは、色モザイク画像McSiの各画素に対応するB成分の画素値からなる画像である。また、画像Rsi、Gsi、Bsiは、色モザイク画像McSiと同じ座標系によって表現される。なお、色補間部162は、図47に示した色補間部52の構成例と同様に構成される。

【0277】挿入部163は、抽出部161から供給される感度Siの元位置情報に基づき、色補間部162から感度の種類の数だけ供給されるR成分の画像Rsiを組み合わせて感度モザイク画像MsRを生成し、感度均一化部152に供給する。挿入部164は、抽出部161から供給される感度Siの元位置情報に基づき、色補間部162から感度の種類の数だけ供給されるG成分の画像Gsiを組み合わせて感度モザイク画像MsGを生成し、感度均一化部153に供給する。挿入部165は、抽出部161から供給される感度Siの元位置情報に基づき、色補間部162から感度の種類の数だけ供給されるB成分の画像Bsiを組み合わせて感度モザイク画像MsBを生成し、感度均一化部154に供給する。

【0278】図75は、感度均一化部152の構成例を示している。感度均一化部152において、感度別色補間部151の挿入部163から供給される感度モザイク画像MsRは、局所和算出部171に供給される。局所和算出部171は、感度モザイク画像MsRの各画素に対し、その近傍の画素を用いる局所和算出処理を施し、得られる各画素に対応する局所和を合成感度補償部172に供給する。合成感度補償部172は、合成感度補償LUT173に局所和を照らし合わせて対応する補償値を取得し、補償値を画素値として出力画像Rを生成する。合成感度補償LUT173は、局所和をインデックスとして、対応する補償値を供給するようになされている。

【0279】なお、感度均一化部153、154の構成例は、図75に示した感度均一化部152の構成例と同様であるので、その説明は省略する。

【0280】次に、図73に示した画像処理部7の第3の構成例による第3のデモザイク処理について、図76にフローチャートを参照して説明する。

【0281】ステップS181において、感度別色補間部151は、色・感度モザイク画像に感度別色補間処理を施すことにより、R成分の感度モザイク画像MsR、

G成分の感度モザイク画像MsG、およびB成分の感度モザイク画像MsBを生成し、それぞれ対応する感度均一化部152乃至154に供給する。

【0282】感度別色補間部151の感度別色補間処理の詳細について、図77のフローチャートを参照して説明する。ステップS191において、抽出部161は、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度（いまの場合、S0およびS1）を指定したか否かを判定し、全ての感度を指定していないと判定した場合、ステップS192に進む。

【0283】ステップS192において、抽出部161は、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度のうちの1種類の感度を指定する。指定された感度をSiとする。

【0284】ステップS193において、抽出部161は、色・感度モザイク画像の全ての画素のうち、感度Siの画素だけを抽出し、感度Siの色モザイク画像McSiを生成して色補間部162に供給する。さらに、抽出部161は、色モザイク画像McSiと元の色・感度モザイク画像との位置関係を保持する感度Siの元位置情報を生成し、挿入部163乃至165に供給する。また、抽出部161は、色モザイク画像McSiの色モザイク配列を示す感度Siの色モザイクパターン情報を生成し、色補間部162に供給する。

【0285】ステップS193の処理の詳細について、図78および図79を参照して説明する。

【0286】抽出される感度Siの画素は元の色・感度\*

$$\begin{aligned} s_A &= \{(x_A - 1) + y_A\} / 2 \\ t_A &= \{(x_{max} - 1 - x_A) + y_A\} / 2 \end{aligned} \quad \dots (22)$$

【0289】抽出部161は、元の色・感度モザイク画像の感度S0の画素の座標(xA, yA)を式(22)に適用して、色モザイク画像McSiでの座標(sA, tA)を算出し、その座標に当該画素の値を用いて色モザイク画像McSiを生成する。同時に、感度S0の元位置情報には、座標(sA, tA)に対応して座標(xA, yA)を格納する。

$$\begin{aligned} s_B &= (x_B + y_B) / 2 \\ t_B &= \{(x_{max} - 1 - x_B) + y_B\} / 2 \end{aligned} \quad \dots (23)$$

【0291】抽出部161は、元の色・感度モザイク画像の感度S1の画素の座標(xB, yB)を式(22)に適用して、色モザイク画像McSiでの座標(sB, tB)を算出し、その座標に当該画素の値を用いて色モザイク画像McSiを生成する。同時に、感度S1の元位置情報には、座標(sB, tB)に対応して座標(xB, yB)を格納する。

【0292】図77に戻り、ステップS194において、色補間部162は、抽出部161からの色モザイク画像McSiの全画素のRGB成分を補間して、画像Rsi, Gsi, Bsiを生成し、それぞれ対応する挿入部163乃至165に供給する。なお、色補間部162の処理の詳細

\*モザイク画像の画素間隔では抽出されないので、生成される感度Siの色モザイク画像McSiは、元の色・感度モザイク画像とは画素間隔、原点、向きが異なる格子に形成される。そこで、抽出部61は、色モザイク画像McSiを生成すると同時に、元の色・感度モザイク画像の座標系と、色モザイク画像McSiの座標系との対応関係を元に、画素毎に元の位置の情報を参照できる元位置情報を生成する。

【0287】元の色・感度モザイク画像と生成する色モザイク画像McSiの座標系の対応関係は、図78または図79に示すとおりである。同図において、元の色・感度モザイク画像はxy座標系で表示され、色モザイク画像McSiはst座標系で表示されている。また、色・感度モザイク画像の■は感度S0の画素を示し、色・感度モザイク画像の□は感度S1の画素を示している。このようにxy座標系に対して斜めに設定したst座標系を用いることにより、元の色・感度モザイク画像において市松状に配置された感度Siの画素を、等間隔格子の画素配置として抽出できるようになされている。

【0288】図78を参照して、色・感度モザイク画像の■で示される感度S0の画素を抽出する場合について説明する。例えば、図中の画素Aは、元の色・感度モザイク画像を表現するxy座標系では(xA, yA)であり、生成される色モザイク画像McSiを表現するst座標系では(sA, tA)である。(sA, tA)と(xA, yA)は、次式(22)に示すような対応関係がある。

30※【0290】図79を参照して、色・感度モザイク画像の□で示される感度S1の画素を抽出する場合について説明する。例えば、図中の画素Bは、元の色・感度モザイク画像を表現するxy座標系では(xB, yB)であり、生成される色モザイク画像McSiを表現するst座標系では(sB, tB)である。(sB, tB)と(xB, yB)は、次式(23)に示すような対応関係がある。

については、図55を参照して説明した色補間部52の色補間処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0293】処理はステップS191に戻り、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度を指定したと判定されるまで、ステップS191乃至S194に処理が繰り返される。ステップS191において、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度を指定したと判定された場合、処理はステップS195に進む。

【0294】ステップS195において、挿入部163は、抽出部161から供給された全ての元位置情報に基づき、色補間部162から感度の種類の数だけ供給されたR成分の画像Rsi（いまの場合、画像Rs0と画像Rs1）

を組み合わせ、感度モザイク画像MsRを生成し、感度均一化部152に供給する。同様に、挿入部164は、感度モザイク画像MsGを生成して感度均一化部153に供給し、挿入部165は、感度モザイク画像MsBを生成して感度均一化部154に供給する。

【0295】処理は図76のステップS182にリターンする。ステップS182において、感度均一化部152は、R成分の感度モザイク画像MsRに感度均一化処理を施すことによって出力画像Rを生成する。感度均一化部153は、G成分の感度モザイク画像MsGに感度均一化処理を施すことによって出力画像Gを生成する。感度均一化部154は、B成分の感度モザイク画像MsBに感度均一化処理を施すことによって出力画像Bを生成する。

【0296】感度均一化部152の感度均一化処理について、図80のフローチャートを参照して説明する。ステップS201において、局所和算部171は、R成分の感度モザイク画像MsRの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS202に進む。ステップS202において、局所和算部171は、感度モザイク画像MsRの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0297】ステップS203において、局所和算部171は、注目画素に対応する局所和を算出し、合成感度補償部172に供給する。具体的には、注目画素を中心とする5×5画素（以下、参照画素と記述する）の画素値が抽出され、それらの画素値と、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されている図81に示すようなフィルタ係数とがそれぞれ乗算され、それらの積の総和が演算される。さらに、その積の総和が、25個のフィルタ係数の総和で除算されて、その商が注目画素に対応する局所和とされる。

【0298】ステップS204において、合成感度補償部172は、合成感度補償LUT173に局所和を照らし合わせて対応する補償値を取得し、補償値を注目画素に対応する出力画像Rの画素値とする。

【0299】処理は、ステップS201に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS201乃至S204の処理が繰り返される。ステップS201において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、感度均一化処理は終了され、図76にリターンする。

【0300】なお、感度均一化部153、154も、感度均一化部152の感度均一化処理と平行して同様の感度均一化処理を実行するが、その詳細な説明は省略する。

【0301】以上、画像処理部7の第3の構成例による第3のデモザイク処理の説明を終了する。

【0302】次に、画像処理部7を中心とする画像処理

系の第4のデモザイク処理の概要について説明する。

【0303】第4のデモザイク処理は、撮像部の処理によって得られた色・感度モザイク画像から輝度画像を生成する輝度画像生成処理、および、色・感度モザイク画像と輝度画像を用いて出力画像R、G、Bを生成する単色画像処理から成る。

【0304】図82は、第4のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第4の構成例を示している。

【0305】画像処理部7の第4の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像、色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報、および、色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、輝度画像生成部181、並びに単色画像生成部182乃至184に供給される。

【0306】なお、以下、特に断りがある場合を除き、色・感度モザイク画像は、図6の色・感度モザイクパターンP2であるとする。すなわち、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度はS0、S1のうちの一方であって、さらに、感度に拘わらず色だけに注目すれば、それらはベイア配列をなしている。

【0307】ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。

【0308】輝度画像生成部181は、供給される色・感度モザイク画像に対して輝度画像生成処理を施し、得られる輝度画像を単色画像生成部182乃至184に供給する。

【0309】単色画像生成部182は、供給される色・感度モザイク画像および輝度画像を用いて出力画像Rを生成する。単色画像生成部183は、供給される色・感度モザイク画像および輝度画像を用いて出力画像Gを生成する。単色画像生成部184は、供給される色・感度モザイク画像および輝度画像を用いて出力画像Bを生成する。

【0310】図83は、輝度画像生成部181の第1の構成例を示している。輝度画像生成部181の第1の構成例において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、推定部191乃至193に供給される。

【0311】推定部191は、色・感度モザイク画像に対してR成分推定処理を施し、得られる各画素に対するR成分の推定値R'を乗算器194に供給する。推定部192は、色・感度モザイク画像に対してG成分推定処理を施し、得られる各画素に対するG成分の推定値G'を乗算器195に供給する。推定部193は、色・感度モザイク画像に対してB成分推定処理を施し、得られる各画素に対するB成分の推定値B'を乗算器196に供給する。

【0312】乗算器194は、推定部191から供給さ



れる推定値 $R'$ に、色バランス係数 $k_r$ を乗算し、その積を加算器197に出力する。乗算器195は、推定部192から供給される推定値 $G'$ に、色バランス係数 $k_c$ を乗算し、その積を加算器197に出力する。乗算器196は、推定部193から供給される推定値 $B'$ に、色バランス係数 $k_b$ を乗算し、その積を加算器197に出力する。

【0313】加算器197は、乗算器194から入力される積 $R' \cdot k_r$ 、乗算器195から入力される積 $G' \cdot k_c$ 、および乗算器196から入力される積 $B' \cdot k_b$ を10 加算し、その和を画素値とする輝度候補画像を生成してノイズ除去部198に供給する。

【0314】ここで、色バランス係数 $k_r$ 、 $k_c$ 、 $k_b$ は、予め設定されている値であり、例えば、 $k_r=0.3$ 、 $k_c=0.6$ 、 $k_b=0.1$ である。なお、色バランス係数 $k_r$ 、 $k_c$ 、 $k_b$ の値は、基本的には輝度候補値として輝度変化に相関がある値を算出することができればよい。したがって、例えば、 $k_r=k_c=k_b$ としてもよい。

【0315】ノイズ除去部198は、加算器197から20 供給される輝度候補画像に対してノイズ除去処理を施し、得られる輝度画像を単色画像生成部182乃至184に供給する。

【0316】図84は、単色画像生成部182の構成例を示している。単色画像生成部182において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、補間部201に供給される。輝度画像は、比率算出部202、および乗算器203に供給される。

【0317】補間部201は、色・感度モザイク画像に30 補間処理を施し、得られる全ての画素がR成分の画素値を有するR候補画像を比率値算出部202に出力する。比率値算出部202は、R候補画像と輝度画像の対応する画素間の強度比率の低周波成分（以下、単に強度比率と記述する）を算出し、さらに、各画素に対応する強度比率を示す比率値情報を生成して乗算器203に供給する。

【0318】乗算器203は、輝度画像の各画素の画素値に、対応する強度比率を乗算し、その積を画素値とする出力画像Rを生成する。

【0319】なお、単色画像生成部183、184の構成例も同様であるので、その説明は省略する。

【0320】次に、画像処理部7の第4の構成例による第4のデモザイク処理について、図85のフローチャートを参照して説明する。

【0321】ステップS211において、輝度画像生成部181は、色・感度モザイク画像に輝度画像生成処理を施することによって輝度画像を生成し、単色画像生成部182乃至184に供給する。

【0322】輝度画像生成部181の輝度画像生成処理 50

について、図86のフローチャートを参照して説明する。

【0323】ステップS221において、推定部191乃至193は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS222に進む。ステップS222において、推定部191乃至193は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0324】ステップS223において、推定部191は、色・感度モザイク画像に対してR成分推定処理を施すことにより、注目画素に対応する推定値 $R'$ を推定し、乗算器194に供給する。推定部192は、色・感度モザイク画像に対してG成分推定処理を施すことにより、注目画素に対応する推定値 $G'$ を推定し、乗算器194に供給する。推定部193は、色・感度モザイク画像に対してB成分推定処理を施すことにより、注目画素に対応する推定値 $B'$ を推定し、乗算器194に供給する。

【0325】推定部191のR成分推定処理について、図87のフローチャートを参照して説明する。ステップS231において、推定部191は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする $15 \times 15$ 画素）のうち、R成分を有し、かつ、感度S0である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。

【0326】ステップS232において、推定部191は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応し、図88に示すような予め設定されているR成分用補間フィルタ係数を参照画素の数だけ取得し、各参照画素の画素値と対応するフィルタ係数を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたR成分用補間フィルタ係数の総和で除算して第1の商を取得する。ステップS233において、推定部191は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする $15 \times 15$ 画素）のうち、R成分を有し、かつ、感度S1である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。

【0327】ステップS234において、推定部191は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応し、R成分用補間フィルタ係数を参照画素の数だけ取得し、各参照画素の画素値と対応するフィルタ係数を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いた補間フィルタ係数の総和で除算して第2の商を取得する。

【0328】ステップS235において、推定部191は、ステップS232で取得した第1の商と、ステップ



S234で取得した第2の商を加算する。ステップS236において、推定部191は、ステップS235で演算した第1の商と第2の商の和を、内蔵する合成感度補償LUT（後述）に照らし合わせることで、感度特性を補償した補償値を取得する。取得した補償値は、注目画素に対応する推定値R' とされる。処理は図86のステップS224にリターンする。

【0329】なお、推定部192のG成分推定処理、および推定部193のB成分推定処理は、推定部191のR成分推定処理と同様であるので、その説明は省略する。ただし、推定部192のG成分推定処理においては、注目画素を中心とする7×7画素のなかから参照画素を検出するようにし、さらに、図89に示すG成分用補間フィルタ係数を用いることにする。

【0330】ここで、推定部191が用いる合成感度補償LUTについて、図90乃至図92を参照して説明する。図90は、感度S0の画素の特性曲線bと、感度S1の画素の特性曲線aを示しており、横軸は入射光の強度、縦軸は画素値を示す。同図において、高感度の感度S1は、低感度の感度S0に対して4倍の感度を有している。

【0331】当該推定処理では、図90の特性曲線bに示すような特性で測定された感度S0の画素から算出された第1の商と、同図の特性曲線aに示すような特性で測定された感度S1の画素を用いて算出された第2の商とが加算されている。従って、第1の商と第2の商の和は、図91の特性曲線cに示すように、感度S0と感度S1の特性が合成された特性を有することになる。

【0332】この合成された特性曲線cは、低輝度から高輝度にわたる広ダイナミックレンジの特性となるが、図91に示すように折れ線となっているので、感度特性曲線cの逆特性曲線を用いることにより、元のリニアな特性を復元するようにする。具体的には、図92に示すように、第1の商と第2の商の和を、図91の感度特性曲線cの逆特性曲線dに適用して非線形性を補償するようにする。

【0333】すなわち、合成感度補償LUTは、図92の逆特性曲線dをルックアップテーブル化したものである。

【0334】図86の説明に戻る。ステップS224において、乗算器194は、推定部191から供給された推定値R' に色バランス係数k<sub>r</sub>を乗算し、その積を加算器197に出力する。乗算器195は、推定部192\*

$$\text{輝度勾配ベクトル } g = (a_2 - a_1, a_3 - a_0) \quad \dots (24)$$

【0341】ステップS252において、ノイズ除去部198は、輝度勾配ベクトルgの大きさ（絶対値） $\|g\|$ を演算する。

【0342】ステップS253において、ノイズ除去部※

$$H_h = (a_1 + a_2) / 2 \quad \dots (25)$$

$$H_v = (a_3 + a_0) / 2 \quad \dots (26)$$

\* から供給された推定値G' に色バランス係数k<sub>g</sub>を乗算し、その積を加算器197に出力する。乗算器196は、推定部193から供給された推定値B' に色バランス係数k<sub>b</sub>を乗算し、その積を加算器197に出力する。加算器197は、乗算器194から入力された積R'・k<sub>r</sub>、乗算器195から入力された積G'・k<sub>g</sub>、および乗算器196から入力された積B'・k<sub>b</sub>を加算し、その和を注目画素に対応する輝度候補画像の画素値（輝度候補値）とする。

【0335】処理は、ステップS221に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS221乃至S224の処理が繰り返される。ステップS221において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、ステップS225にすすむ。なお、ステップS221乃至S224の処理によって生成された輝度候補画像はノイズ除去部198に供給される。

【0336】ステップS225において、ノイズ除去部198は、加算器197から供給される輝度候補画像にノイズ除去処理を施すことによって輝度画像を生成し、単色画像生成部182乃至184に供給する。

【0337】ノイズ除去部198のノイズ除去処理について、図93のフローチャートを参照して説明する。ステップS241において、ノイズ除去部198は、輝度候補画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS242に進む。ステップS242において、ノイズ除去部198は、輝度候補画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0338】ステップS243において、ノイズ除去部198は、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値（輝度候補値）を取得し、取得した注目画素の上下左右に位置する画素輝度候補値を、それぞれ変数a<sub>3</sub>, a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>に代入する。

【0339】ステップS244において、ノイズ除去部198は、方向選択的平滑化処理を実行することにより、注目画素に対応する平滑化値を取得する。

【0340】ノイズ除去部198の方向選択的平滑化処理について、図94のフローチャートを参照して説明する。ステップS251において、ノイズ除去部198は、次式(24)に適用して、注目画素に対応する輝度勾配ベクトルgを算出する。

※ 198は、変数a<sub>0</sub>乃至a<sub>3</sub>を次式(25), (26)に適用して、注目画素に対応する水平方向の平滑化成分H<sub>h</sub>と垂直方向の平滑化成分H<sub>v</sub>を演算する。

【0343】ステップS254において、ノイズ除去部198は、輝度勾配ベクトル $g$ の絶対値 $\|g\|$ に対応して、水平方向の重要度 $w_h$ と垂直方向の重要度 $w_v$ を演算する。

【0344】具体的には、輝度勾配ベクトル $g$ の絶対値 $\|g\|$ が0よりも大きい場合、次式(27)に示すよう\*

$$w_h = 1 - |(g/\|g\|, (1, 0))| \quad \dots (27)$$

$$w_v = 1 - |(g/\|g\|, (0, 1))| \quad \dots (28)$$

【0345】輝度勾配ベクトル $g$ の絶対値 $\|g\|$ が0である場合、水平方向の平滑化寄与率 $w_h$ および垂直方向の平滑化寄与率 $w_v$ を、それぞれ0.5とする。

$$\alpha = (w_h \cdot H_h + w_v \cdot H_v) / (w_h + w_v) \quad \dots (29)$$

【0347】処理は図93のステップS245に戻る。ステップS245において、ノイズ除去部198は、注目画素の画素値(輝度候補値)と、ステップS244で演算した注目画素に対応する平滑化値 $\alpha$ の平均値を演算し、当該平均値を注目画素に対応する輝度画像の画素値(輝度値)とする。

【0348】処理はステップS241に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS241乃至S245の処理が繰り返される。ステップS241において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、ノイズ除去処理は終了されて、すなわち、輝度画像生成処理も終了されて、図85のステップS212にリターンする。

【0349】ステップS212において、単色画像生成部182乃至184は、供給された色・感度モザイク画像および輝度画像を用い、それぞれ出力画像R、G、Bを生成する。

【0350】単色画像生成部182の第1の単色画像生成処理について、図95のフローチャートを参照して説明する。

【0351】ステップS261において、補間部201は、色・感度モザイク画像に補間処理を施すことによって、全ての画素がR成分の画素値を有するR候補画像を生成し、比率値算出部202に出力する。

【0352】なお、補間部201の補間処理は、図87のフローチャートを参照して上述した輝度画像生成部181を構成する推定部191のR成分推定処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0353】ステップS262において、比率値算出部202は、比率値算出処理を施すことによって強度比率を算出し、さらに、各画素に対応する強度比率を示す比率値情報を生成して乗算器203に供給する。

【0354】比率値算出部202の比率値算出処理について、図96のフローチャートを参照して説明する。ステップS271において、比率値算出部202は、R候補画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS272に進む。ステップS272において、比

\*に、正規化した輝度勾配ベクトル $g/\|g\|$ とベクトル(1, 0)との内積の絶対値を1から減算して水平方向の重要度 $w_h$ を得る。また、次式(28)に示すように、正規化した輝度勾配ベクトル $g/\|g\|$ とベクトル(0, 1)との内積の絶対値を1から減算して垂直方向の重要度 $w_v$ を得る。

$$\dots (27)$$

$$\dots (28)$$

※【0346】ステップS255において、ノイズ除去部198は、次式(29)を用いて注目画素に対応する平滑化値 $\alpha$ を演算する。

$$\dots (29)$$

率値算出部202は、R候補画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

【0355】ステップS273において、比率値算出部202は、注目画素の近傍に位置する画素(例えば、注目画素を中心とする7×7画素)を参照画素とし、それらの画素値(R成分の単色候補値)を取得する。また、比率値算出部202は、参照画素と同じ座標に位置する輝度画像の画素値(輝度値)を抽出する。

【0356】ステップS274において、比率値算出部202は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応し、図97に示すように予め設定されている平滑化フィルタ係数を参照画素の数だけ取得する。

【0357】ステップS275において、比率値算出部202は、各参照画素のR成分の単色候補値に対応する平滑化フィルタ係数を乗算し、その積を対応する輝度値で除算して、それらの商の総和を演算する。さらに、その商の総和を、用いた平滑化フィルタ係数の総和で除算して、その商を注目画素に対応する強度比率として、比率値情報を生成する。

【0358】処理はステップS271に戻り、R候補画像の全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS271乃至S275の処理が繰り返される。ステップS271において、R候補画像の全ての画素を注目画素としたと判定された場合、生成された比率値情報が乗算器203に供給されて、処理は図95のステップS263にリターンする。

【0359】ステップS263において、乗算器203は、輝度画像の各画素の画素値に、対応する強度比率を乗算し、その積を画素値とする出力画像Rを生成する。

【0360】なお、単色画像生成部182の第1の単色画像生成処理と同時に、単色画像生成部183、184も、同様の処理を実行する。

【0361】以上、画像処理部7の第4の構成例による第4のデモザイク処理の説明を終了する。

【0362】次に、図98は、輝度画像生成部181の第2の構成例を示している。輝度画像生成部181の第2の構成例は、図83に示した輝度画像生成部181の第1の構成例における推定部191乃至193を、推定

部211で置換したものである。

【0363】輝度画像生成部181の第2の構成例において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、推定部211に供給される。

【0364】推定部211は、色・感度モザイク画像に対して成分推定処理を施し、得られる各画素に対するR成分の推定値 $R'$ 、G成分の推定値 $G'$ 、およびB成分の推定値 $B'$ を、対応する乗算器194乃至196に供給する。

【0365】なお、輝度画像生成部181の第2の構成例をなす乗算器194乃至ノイズ除去部198は、同一の番号を付した図83に示した輝度画像生成部181の第1の構成例をなす乗算器194乃至ノイズ除去部198と同様であるので、その説明は省略する。

【0366】次に、推定部211によるRGB成分の推定処理について、図99のフローチャートを参照して説明する。なお、当該RGB成分の推定処理は、図86のステップS223における処理として、図87を参照して上述したR成分推定処理に代えて実行可能な処理である。したがって、既に色・感度モザイク画像の注目画素は推定部211によって決定されているとして、ステップS281以降の処理を説明する。

【0367】ステップS281において、推定部211は、図100に示すような注目画素を中心とする4画素の画素値を用いる推定画素値C0補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値C0を算出する。推定画素値C0補間処理について、図101のフローチャートを参照して説明する。

【0368】ステップS291において、推定部211は、図100に示すように、○で表される注目画素に対して1画素分の間隔を空けて上下左右に位置する4画素の画素値を、それぞれ変数 $a_3$ 、 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ に代入して、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 $\alpha$ を演算する。

【0369】このように、指定した画素の上下左右方向に位置する4画素の画素値を、それぞれ変数 $a_3$ 、 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ に代入して、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 $\alpha$ を演算する処理を、以下、指定した画素に対応する垂直方向選択的平滑化処理と定義する。

【0370】ステップS292において、推定部211は、ステップS291で得た平滑化値 $\alpha$ を注目画素の画素値に加算して、その和を注目画素の推定画素値C0とする。処理は図99のステップS282にリターンする。

【0371】ステップS282において、推定部211は、図102に示すような注目画素を中心とする12画素を用いる推定画素値C1補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値C1を算出する。推定画素値C1

補間処理について、図103のフローチャートを参照して説明する。

【0372】ステップS301において、推定部211は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS302に進む。ステップS302において、推定部211は、図102に示すように、○で表される注目画素に対して左下、左上、右下、右上に隣接して位置する4画素の画素値を、それぞれ変数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ に代入して、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 $\alpha$ を演算する。

【0373】このように、指定した画素の左下、左上、右下、右上方向に位置する4画素の画素値を、それぞれ変数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ に代入して、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 $\alpha$ を演算する処理を、以下、指定した画素に対応する斜め方向選択的平滑化処理と定義する。

【0374】ステップS303において、推定部211は、ステップS302で得た平滑化値 $\alpha$ に2を乗算して、その積を注目画素の推定画素値C1とする。処理は図99のステップS283にリターンする。

【0375】なお、ステップS301において、注目画素の色がGではないと判定された場合、処理はステップS304に進む。

【0376】ステップS304において、推定部211は、注目画素の左上に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出し、変数 $a_1$ に代入する。ステップS305において、推定部211は、注目画素の右下に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出し、変数 $a_2$ に代入する。ステップS306において、推定部211は、注目画素の左下に隣接する画素の画素値を変数 $a_0$ に代入し、注目画素の右上に隣接する画素の画素値を変数 $a_3$ に代入する。

【0377】ステップS307において、推定部211は、ステップS304乃至S306で値を設定した変数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ を、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値 $\alpha$ を演算し、その値を平滑化値 $\alpha'$ とする。

【0378】ステップS308において、推定部211は、注目画素の左下に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出し、変数 $a_0$ に代入する。ステップS309において、推定部211は、注目画素の右上に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出し、変数 $a_3$ に代入する。ステップS310において、推定部211

10

20

30

40

50

は、注目画素の左上に隣接する画素の画素値を変数  $a_1$  に代入し、注目画素の右下に隣接する画素の画素値を変数  $a_2$  に代入する。

【0379】ステップS311において、推定部211は、ステップS308乃至S310で値を設定した変数  $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ を、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値  $\alpha$  を演算し、その値を平滑化値  $\alpha'$  とする。

【0380】ステップS312において、推定部211は、ステップS307で得た平滑化値  $\alpha'$  と、ステップS311で得た平滑化値  $\alpha''$  を加算し、その和を注目画素に対応する推定画素値C1とする。処理は図99のステップS283にリターンする。

【0381】ステップS283において、推定部211は、図104(A)に示すような注目画素を中心とする4画素、または図104(B)に示すような注目画素を中心とする8画素を用いる推定画素値C2補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値C2を算出する。推定画素値C2補間処理について、図105のフローチャートを参照して説明する。

【0382】ステップS321において、推定部211は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS322に進む。

【0383】ステップS322において、推定部211は、注目画素の上に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値  $\alpha$  を算出し、平滑化値  $\alpha'$  とする。

【0384】ステップS323において、推定部211は、注目画素の下に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値  $\alpha$  を算出し、平滑化値  $\alpha''$  とする。

【0385】ステップS324において、推定部211は、注目画素の下に隣接する画素の画素値と、ステップS322で得た平滑化値  $\alpha'$  との平均値と、注目画素の上に隣接する画素の画素値と、ステップS323で得た平滑化値  $\alpha''$  との平均値とを加算して、その和を注目画素に対応する推定画素値C2とする。処理は図99のステップS284にリターンする。

【0386】なお、ステップS321において、注目画素の色がGではないと判定された場合、処理はステップS325に進む。

【0387】ステップS325において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値  $\alpha$  を算出し、変数  $a_1$  に代入する。ステップS326において、推定部211は、注目画素の右に隣接する画素を中心として斜め方向に隣接

して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値  $\alpha$  を算出し、変数  $a_2$  に代入する。ステップS327において、推定部211は、注目画素の下に隣接する画素の画素値を変数  $a_0$  に代入し、注目画素の上に隣接する画素の画素値を変数  $a_3$  に代入する。

【0388】ステップS328において、推定部211は、ステップS325乃至S327で値を設定した変数  $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ を、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値  $\alpha$  を演算し、その値を平滑化値  $\alpha'$  とする。

【0389】ステップS329において、推定部211は、注目画素の下に隣接する画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値  $\alpha$  を算出し、変数  $a_0$  に代入する。ステップS330において、推定部211は、注目画素の上に隣接する画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値  $\alpha$  を算出し、変数  $a_3$  に代入する。ステップS331において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素の画素値を変数  $a_1$  に代入し、注目画素の右に隣接する画素の画素値を変数  $a_2$  に代入する。

【0390】ステップS332において、推定部211は、ステップS329乃至S331で値を設定した変数  $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ を、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値  $\alpha$  を演算し、その値を平滑化値  $\alpha'$  とする。

【0391】ステップS333において、推定部211は、ステップS328で得た平滑化値  $\alpha'$  と、ステップS332で得た平滑化値  $\alpha''$  を加算し、その和を注目画素に対応する推定画素値C2とする。処理は図99のステップS284にリターンする。

【0392】ステップS284において、推定部211は、図106に示すような注目画素を中心とする8画素を用いる推定画素値C3補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値C3を算出する。推定画素値C3補間処理について、図107のフローチャートを参照して説明する。

【0393】ステップS341において、推定部211は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS342に進む。

【0394】ステップS342において、推定部211は、注目画素の右に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値  $\alpha$  を算出し、平滑化値  $\alpha'$  とする。

【0395】ステップS343において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素を中心として1画素分

の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出し、平滑化値 $\alpha'$ とする。

【0396】ステップS344において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素の画素値と、ステップS342で得た平滑化値 $\alpha'$ との平均値と、注目画素の右に隣接する画素の画素値と、ステップS343で得た平滑化値 $\alpha'$ との平均値とを加算して、その和を注目画素に対応する推定画素値C3とする。処理は図99のステップS285にリターンする。

【0397】なお、ステップS341において、注目画素の色がGであると判定された場合、処理はステップS345に進む。ステップS345において、推定部211は、注目画素に対応する推定画素値C3を0とする。処理は図99のステップS285にリターンする。

【0398】ステップS285において、推定部211は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報を参照して、注目画素の色と感度を判別し、その判別結果に対応して、ステップS281乃至S284で得た注目画素に対応する推定画素値C0乃至C3を、内蔵する合成感度補償LUT（図90乃至図92を参照して上述した合成感度補償LUTと同様のもの）に適用して、推定値 $R'$ 、 $G'$ 、 $B'$ を算出する。

【0399】すなわち、注目画素の色がGであって、かつ、感度S0である場合、推定画素値C2を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C2）が推定値 $R'$ とされ、推定画素値C0+C1の平均値を合成感度補償LUTに適用した値LUT（ $(C0+C1)/2$ ）が推定値 $G'$ とされ、推定画素値C3を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C3）が推定値 $B'$ とされる。

【0400】注目画素の色がGであって、かつ、感度S1である場合、推定画素値C3を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C3）が推定値 $R'$ とされ、推定画素値C0+C1の平均値を合成感度補償LUTに適用した値LUT（ $(C0+C1)/2$ ）が推定値 $G'$ とされ、推定画素値C2を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C2）が推定値 $B'$ とされる。

【0401】注目画素の色がRである場合、推定画素値C0を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C0）が推定値 $R'$ とされ、推定画素値C2の平均値を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C2）が推定値 $G'$ とされ、推定画素値C1を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C1）が推定値 $B'$ とされる。

【0402】注目画素の色がBである場合、推定画素値C1を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C1）が推定値 $R'$ とされ、推定画素値C2の平均値を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C2）が推定値 $G'$ とされ、推定画素値C0を合成感度補償LUTに適用した値LUT（C0）が推定値 $B'$ とされる。

【0403】以上のように、推定部211によるRGB

成分の推定処理では、方向選択的平滑化処理を利用して生成された推定画素値C0乃至C3が用いられるので、画像信号の解像度劣化が抑止される。

【0404】以上、推定部211によるRGB成分の推定処理の説明を終了する。

【0405】ところで上述した説明においては、画像処理部7の第4の構成例の単色画像生成部183、184は、図84に示した単色画像生成部182の構成例と同様に構成されており、図95を参照して説明した単色画像生成部182の単色画像生成処理（図95）と同様の処理を実行するとしたが、単色画像生成部182乃至184は、単色画像生成処理に含まれる単色候補画像生成処理（図95のステップS261）に代えて、それぞれに最適化された独自の処理を実行することも可能である。

【0406】ステップS261の単色候補画像生成処理に代えて単色画像生成部182が実行するR候補画像生成処理について、図108のフローチャートを参照して説明する。なお、説明の便宜上、単色画像生成部182を構成する補間部201を補間部201-Rと記述する。

【0407】ステップS351において、補間部201-Rは、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を1回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS352に進む。ステップS352において、補間部201-Rは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ1回目の注目画素に決定する。

【0408】ステップS353において、補間部201-Rは、1回目の注目画素の色がRであるか否かを判定し、Rであると判定した場合、ステップS354に進む。ステップS354において、補間部201-Rは、1回目の注目画素を中心として1画素分の間隔を空けて上下左右に位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出する。ステップS355において、補間部201-Rは、1回目の注目画素の画素値と、ステップS354で算出した平滑化値 $\alpha$ との和を、内蔵する合成感度補償LUT（図90乃至図92を参照して上述した合成感度補償LUTと同様のもの）に適用し、得られた値をR候補画像の1回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS351に戻る。

【0409】なお、ステップS353において、1回目の注目画素の色がRではない判定された場合、ステップS354およびステップS355はスキップされ、ステップS351に戻る。

【0410】その後、ステップS351において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS351乃至S355の処理が繰り返され、ステップS351において、色・感

度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS356に進む。

【0411】ステップS356において、補間部201-Rは、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を2回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS357に進む。ステップS357において、補間部201-Rは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ2回目の注目画素に決定する。

【0412】ステップS358において、補間部201-Rは、2回目の注目画素の色がBであるか否かを判定し、Bであると判定した場合、ステップS359に進む。ステップS359において、補間部201-Rは、2回目の注目画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出する。ステップS360において、補間部201-Rは、ステップS359で算出した平滑化値 $\alpha$ をR候補画像の2回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS356に戻る。

【0413】なお、ステップS358において、2回目の注目画素の色がBではないと判定された場合、ステップS359およびステップS360はスキップされ、ステップS356に戻る。

【0414】その後、ステップS356において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS356乃至S360の処理が繰り返され、ステップS356において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS351に進む。

【0415】ステップS361において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を3回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS362に進む。ステップS362において、補間部201-Rは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ3回目の注目画素に決定する。

【0416】ステップS363において、補間部201-Rは、3回目の注目画素の色がGであるか否かを判定し、Gであると判定した場合、ステップS364に進む。ステップS364において、補間部201-Rは、3回目の注目画素を中心として上下左右に隣接して位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出する。ステップS365において、補間部201-Rは、ステップS364で算出した平滑化値 $\alpha$ をR候補画像の3回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS361に戻る。

【0417】なお、ステップS363において、3回目の注目画素の色がGではないと判定された場合、ステップS364およびステップS365はスキップされ、ステップS351に戻る。

【0418】その後、ステップS361において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS361乃至S365の処理が繰り返され、ステップS361において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたと判定された場合、当該R候補画像生成処理は終了される。

【0419】単色画像生成部184が実行するB候補画像生成処理について、図109のフローチャートを参照して説明する。なお、説明の便宜上、単色候補画像生成部182の補間部201に相当する単色画像生成部184の構成要素を補間部201-Bと記述する。

【0420】ステップS371において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を1回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS372に進む。ステップS372において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ1回目の注目画素に決定する。

【0421】ステップS373において、補間部201-Bは、1回目の注目画素の色がBであるか否かを判定し、Bであると判定した場合、ステップS374に進む。ステップS374において、補間部201-Bは、1回目の注目画素を中心として1画素分の間隔を空けて上下左右に位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出する。ステップS375において、補間部201-Bは、1回目の注目画素の画素値と、ステップS374で算出した平滑化値 $\alpha$ との和を、内蔵する合成感度補償LUT(図90乃至図92を参照して上述した合成感度補償LUTと同様のもの)に適用し、得られた値をB候補画像の1回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS371に戻る。

【0422】なお、ステップS373において、1回目の注目画素の色がBではないと判定された場合、ステップS374およびステップS375はスキップされ、ステップS371に戻る。

【0423】その後、ステップS371において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS371乃至S375の処理が繰り返され、ステップS371において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS376に進む。

【0424】ステップS376において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を2回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS377に進む。ステップS377において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ2回目の注目画素に決定する。

【0425】ステップS378において、補間部201-Bは、2回目の注目画素の色がRであるか否かを判定し、Rであると判定した場合、ステップS379に進む。ステップS379において、補間部201-Bは、2回目の注目画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出する。ステップS380において、補間部201-Bは、ステップS379で算出した平滑化値 $\alpha$ をB候補画像の2回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS376に戻る。

【0426】なお、ステップS378において、2回目の注目画素の色がRではない判定された場合、ステップS379およびステップS380はスキップされ、ステップS376に戻る。

【0427】その後、ステップS376において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS376乃至S380の処理が繰り返され、ステップS376において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS381に進む。

【0428】ステップS381において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を3回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS382に進む。ステップS382において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ3回目の注目画素に決定する。

【0429】ステップS383において、補間部201-Bは、3回目の注目画素の色がGであるか否かを判定し、Gであると判定した場合、ステップS384に進む。ステップS384において、補間部201-Bは、3回目の注目画素を中心として上下左右に隣接して位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出する。ステップS385において、補間部201-Bは、ステップS384で算出した平滑化値 $\alpha$ をB候補画像の3回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS381に戻る。

【0430】なお、ステップS383において、3回目の注目画素の色がGではない判定された場合、ステップS384およびステップS385はスキップされ、ステップS381に戻る。

【0431】その後、ステップS381において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS381乃至S385の処理が繰り返され、ステップS381において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたと判定された場合、当該B候補画像生成処理は終了される。

【0432】単色画像生成部183が実行するG候補画像生成処理について、図110のフローチャートを参照

して説明する。なお、説明の便宜上、単色候補画像生成部182の補間部201に相当する単色画像生成部183の構成要素を補間部201-Gと記述する。

【0433】ステップS391において、補間部201-Gは、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を1回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS392に進む。ステップS392において、補間部201-Gは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ1回目の注目画素に決定する。

【0434】ステップS393において、補間部201-Gは、1回目の注目画素の色がGであるか否かを判定し、Gであると判定した場合、ステップS394に進む。ステップS394において、補間部201-Gは、1回目の注目画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出する。ステップS395において、補間部201-Gは、1回目の注目画素の画素値と、ステップS394で算出した平滑化値 $\alpha$ との和を、内蔵する合成感度補償LUT（図90乃至図92を参照して上述した合成感度補償LUTと同様のもの）に適用し、得られた値をG候補画像の1回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS391に戻る。

【0435】なお、ステップS393において、1回目の注目画素の色がGではない判定された場合、ステップS394およびステップS395はスキップされ、ステップS391に戻る。

【0436】その後、ステップS391において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS391乃至S395の処理が繰り返され、ステップS391において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS396に進む。

【0437】ステップS396において、補間部201-Gは、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を2回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS397に進む。ステップS397において、補間部201-Gは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ2回目の注目画素に決定する。

【0438】ステップS398において、補間部201-Gは、2回目の注目画素の色がGであるか否かを判定し、Gではないと判定した場合、ステップS399に進む。ステップS399において、補間部201-Gは、2回目の注目画素を中心として上下左右に隣接して位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 $\alpha$ を算出する。ステップS400において、補間部201-Gは、ステップS399で算出した平滑化値 $\alpha$ をG候補画像の2回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS396に戻る。



【0439】なお、ステップS398において、2回目の注目画素の色がRである判定された場合、ステップS399およびステップS400はスキップされ、ステップS396に戻る。

【0440】その後、ステップS396において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS396乃至S400の処理が繰り返され、ステップS396において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定された場合、当該R候補画像生成処理は終了される。

【0441】ところで、上述したように、第4のデモザイク処理では、色・感度モザイク画像から、輝度画像と単色画像を生成し、その後、輝度と色成分との相関性を利用して、全色を復元することにより、全ての画素が均一の感度で全ての色成分を復元するようにしたが、最初に生成する輝度画像は、復元する色情報に相関があって、高解像度で復元できる信号であれば、偏った分光特性をもっているかまわない。例えば、色・感度モザイク画像の色モザイク配列がベイヤ配列のように、Rの画素やBの画素に比較してGの画素が2倍存在する特性を利用して、輝度画像の代わりにG成分の画像を生成し、GとR、またはGとBの相関性を利用して、R成分の画像とB成分の画像を生成するようにしてもよい。

【0442】そのような処理を実行するために、図110に示すように、画像処理部7を構成してもよい。輝度画像生成部221は、画像処理部7の第4の構成例における単色画像生成部182の補間部201（図84）の処理と同様の処理を実行することによって出力画像Gを生成する。単色画像生成部222、223は、それぞれ、画像処理部7の第4の構成例における単色画像生成部182、184と同様の処理を実行することによって、出力画像Rまたは出力画像Bを生成する。

【0443】以上、第1乃至第4のデモザイク処理を実行する画像処理部7の構成例に関する説明を終了する。

【0444】なお、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させる場合にもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

【0445】この記録媒体は、図1に示すように、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク16（フロッピディスクを含む）、光ディスク17

（CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory)、DVD(Digital Versatile Disc)を含む）、光磁気ディスク18（M

D(Mini Disc)を含む)、もしくは半導体メモリ19などよりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録されているROMやハードディスクなどで構成される。

【0446】なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に従って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0447】

【発明の効果】以上のように、本発明の画像処理装置および方法、並びに記録媒体のプログラムによれば、色モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づいて生成した第1および第2の色差画像、並びに色モザイク画像を用いて輝度画像を生成し、第1および第2の色差画像、並びに輝度画像を用いて各画素に対応する全ての色成分を復元するようにしたので、復元画像における色モアレの発生を抑止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したデジタルスチルカメラの構成例を示すブロック図である。

【図2】デジタルスチルカメラの動作の概要を説明する図である。

【図3】被写体の一例を示す図である。

【図4】図3に対応する色・感度モザイク画像の一例を示す図である。

【図5】色・感度モザイクパターンP1を示す図である。

【図6】色・感度モザイクパターンP2を示す図である。

【図7】色・感度モザイクパターンP3を示す図である。

【図8】色・感度モザイクパターンP4を示す図である。

【図9】色・感度モザイクパターンP5を示す図である。

【図10】色・感度モザイクパターンP6を示す図である。

【図11】色・感度モザイクパターンP7を示す図である。

【図12】色・感度モザイクパターンP8を示す図である。

【図13】色・感度モザイクパターンP9を示す図である。

【図14】色・感度モザイクパターンP10を示す図である。

【図15】色・感度モザイクパターンP11を示す図である。



【図 16】色・感度モザイクパターン P 12 を示す図である。

【図 17】色・感度モザイクパターン P 13 を示す図である。

【図 18】色・感度モザイクパターン P 14 を示す図である。

【図 19】CCD イメージセンサ 4 の受光素子の断面を示す図である。

【図 20】感度のモザイク配列を光学的に実現する方法を説明するための図である。

【図 21】感度のモザイク配列を光学的に実現する方法を説明するための図である。

【図 22】感度のモザイク配列を光学的に実現する方法を説明するための図である。

【図 23】感度のモザイク配列を電子的に実現する第 1 の方法を説明するための図である。

【図 24】感度のモザイク配列を電子的に実現する第 2 の方法を説明するための図である。

【図 25】OR 型の電極構造を示す図である。

【図 26】OR 型の電極構造の断面を示す図である。

【図 27】AND 型の電極構造を示す図である。

【図 28】色・感度モザイクパターン P 1 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

【図 29】色・感度モザイクパターン P 2 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

【図 30】色・感度モザイクパターン P 3 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

【図 31】色・感度モザイクパターン P 4 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

【図 32】色・感度モザイクパターン P 5 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

【図 33】画素の位置座標の定義を説明するための図である。

【図 34】第 1 のデモザイク処理の概要を説明するための図である。

【図 35】第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

【図 36】第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

【図 37】第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

【図 38】第 1 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

【図 39】第 1 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

【図 40】第 2 のデモザイク処理の概要を説明するための図である。

【図 41】第 2 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

【図 42】第 2 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

【図 43】第 2 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

【図 44】第 2 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

【図 45】画像処理部 7 の第 1 の構成例を示すブロック図である。

【図 46】感度均一化部 5 1 の第 1 の構成例を示すブロック図である。

【図 47】色補間部 5 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 48】色差画像生成部 7 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 49】輝度画像生成部 7 4 の構成例を示すブロック図である。

【図 50】画像処理部 7 の第 1 の構成例による第 1 のデモザイク処理を説明するフローチャートである。

【図 51】感度均一化部 5 1 の第 1 の構成例による第 1 の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

【図 52】ステップ S 1 1 の感度補償処理を説明するフローチャートである。

【図 53】ステップ S 1 2 の有効性判別処理を説明するフローチャートである。

【図 54】ステップ S 1 3 の欠落補間処理を説明するフローチャートである。

【図 55】ステップ S 2 の色補間処理を説明するフローチャートである。

【図 56】ステップ S 5 2 の第 1 の色差画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 57】ステップ S 5 3 の輝度画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 58】ステップ S 5 4 の色空間変換処理を説明するフローチャートである。

【図 59】感度均一化部 5 1 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 60】感度均一化部 5 1 の第 2 の構成例による第 2 の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

【図 61】ステップ S 1 0 3 の補間処理を説明するフローチャートである。

【図 62】第 2 の色差画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 63】ステップ S 1 2 3 の画像勾配ベクトル演算処理を説明するフローチャートである。

【図 64】画像処理部 7 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 65】感度均一化部 111 の第 1 の構成例を示すブロック図である。

【図 66】欠落補間部 124 の欠落補間処理を説明するフローチャートである。

【図 67】感度均一化部 111 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 68】感度均一化部 111 の第 2 の構成例による第 2 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

【図 69】ステップ S163 の補間色決定処理を説明するフローチャートである。

【図 70】第 3 のデモザイク処理の概要を説明するための図である。

【図 71】第 3 のデモザイク処理における感度別色補間処理の概要を説明するための図である。

【図 72】第 3 のデモザイク処理における感度別色補間処理の概要を説明するための図である。

【図 73】画像処理部 7 の第 3 の構成例を示すブロック図である。

【図 74】感度別色補間部 151 の構成例を示すブロック図である。

【図 75】感度均一化部 152 の構成例を示すブロック図である。

【図 76】画像処理部 7 の第 3 の構成例による第 3 のデモザイク処理を説明するフローチャートである。

【図 77】ステップ S181 の感度別色補間処理を説明するフローチャートである。

【図 78】ステップ S193 の抽出処理を説明するための図である。

【図 79】ステップ S193 の抽出処理を説明するための図である。

【図 80】ステップ S182 の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

【図 81】ステップ S203 の局所和算出処理において用いるフィルタ係数の例を示す図である。

【図 82】画像処理部 7 の打 14 の構成例を示すブロック図である。

【図 83】輝度画像生成部 181 の第 1 の構成例を示すブロック図である。

【図 84】単色画像生成部 182 の構成例を示すブロック図である。

【図 85】画像処理部 7 の第 4 の構成例による第 4 のデモザイク処理を説明するフローチャートである。

【図 86】輝度画像生成部 181 の輝度画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 87】推定部 191 の R 成分推定処理を説明するフローチャートである。

【図 88】R、B 成分用補間フィルタ係数の一例を示す図である。

【図 89】G 成分用補間フィルタ係数の一例を示す図で

ある。

【図 90】合成感度補償 LUT について説明するための図である。

【図 91】合成感度補償 LUT について説明するための図である。

【図 92】合成感度補償 LUT について説明するための図である。

【図 93】ノイズ除去部 198 のノイズ除去処理を説明するフローチャートである。

【図 94】ノイズ除去部 198 の方向選択的平滑化処理を説明するフローチャートである。

【図 95】単色画像生成部 182 の単色画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 96】比率値算出部 202 の比率値算出処理を説明するフローチャートである。

【図 97】平滑化フィルタ係数の一例を示す図である。

【図 98】輝度画像生成部 181 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 99】推定部 211 による RGB 成分の推定処理を説明するフローチャートである。

【図 100】推定画素値 C0 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

【図 101】推定画素値 C0 補間処理を説明するフローチャートである。

【図 102】推定画素値 C1 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

【図 103】推定画素値 C1 補間処理を説明するフローチャートである。

【図 104】推定画素値 C2 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

【図 105】推定画素値 C2 補間処理を説明するフローチャートである。

【図 106】推定画素値 C3 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

【図 107】推定画素値 C3 補間処理を説明するフローチャートである。

【図 108】補間部 201-R による R 候補画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 109】補間部 201-B による B 候補画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 110】補間部 201-G による G 候補画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 111】画像処理部 7 の第 5 の構成例を示すブロック図である。

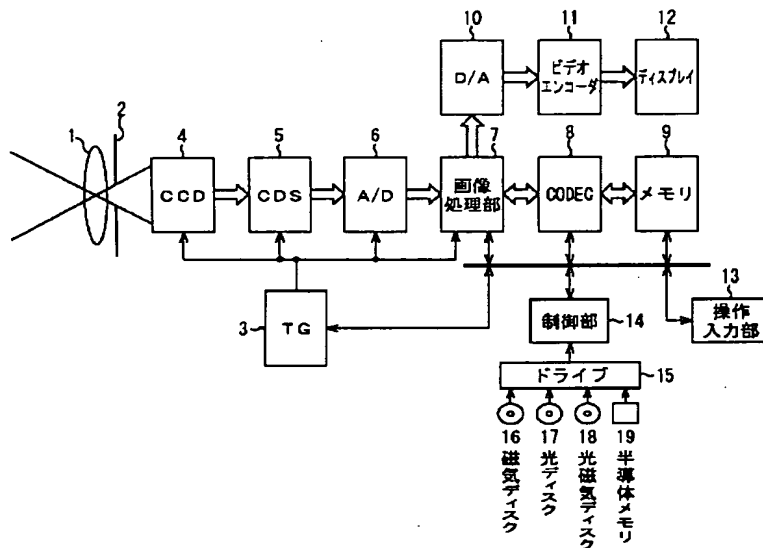
【符号の説明】

4 CCDイメージセンサ, 7 画像処理部, 14 制御部, 16 磁気ディスク, 17 光ディスク, 18 光磁気ディスク, 19 半導体メモリ, 2 オンチップカラーフィルタ, 51 感度均一化部, 52 色補間部, 61 感度補償部, 62

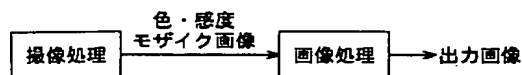
67

相対感度値LUT, 63 有効性判定部, 64 欠落補間部, 71 階調変換部, 72, 73 色差画像生成部, 74 輝度画像生成部, 75 色空間変換部, 76乃至78 階調逆変換部, 81, 82 平滑化部, 83 減算器, 91 輝度算出部, 92 ノイズ除去部, 101 補間部, 102 加算器, 103 合成感度補償部, 104 合成感度補償LUT, 111 感度均一部, 112 色補間部, 121 感度補償部, 122 相対感度値LUT, 123 有効性判定部, 124 欠落補間部, 131 補間色決定部, 132 補間部, 133 加算器, 13\*

【図1】



【図2】



【図6】

R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>
R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>

色・感度モザイクパターンP2

\* 4 感度補償部, 135 合成感度補償LUT, 151 感度別色補間部, 152乃至154 感度均一部, 161 抽出部, 162色補間部, 163乃至165 挿入部, 171 局所和算出部, 172 合成感度補償部, 173 合成感度補償LUT, 181 輝度画像生成部, 182乃至184 単色画像生成部, 191乃至193 推定部, 194乃至196 乗算器, 197 加算器, 198 ノイズ除去部, 201補間部, 202 比率値算出部, 203 乗算器, 211 推定部, 221 輝度画像生成部, 222, 223 単色画像生成部

【図3】



【図5】

【図4】

R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>
B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>
R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>
B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>

色・感度モザイクパターンP1

【図7】

G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>
G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>

色・感度モザイクパターンP3

【図8】

G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>
G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>
G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>
G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>

色・感度モザイクパターンP4

【図9】

G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>
G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>
G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>
G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>

色・感度モザイクパターンP5

【図10】

M <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
G <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>
M <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
M <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
G <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>
M <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>

色・感度モザイクパターンP6

【図11】

Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>
Y <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>
G <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>
Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>
Y <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>
G <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>

色・感度モザイクパターンP7

【図12】

G <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>
G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>
G <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>
G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>

色・感度モザイクパターンP8

【図13】

B <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>
R <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
B <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>
R <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>

色・感度モザイクパターンP9

【図14】

B <sub>3</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>
G <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>
B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>
B <sub>3</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>
G <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>
B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>

色・感度モザイクパターンP10

【図15】

B <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>
G <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>
B <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>
G <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>
G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	G <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>

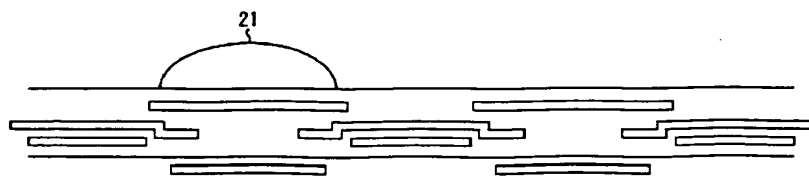
色・感度モザイクパターンP11

【図16】

G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>
R <sub>0</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>
B <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	R <sub>2</sub>
G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>
R <sub>0</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>
B <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	R <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	R <sub>2</sub>

色・感度モザイクパターンP12

【図20】



【図17】

M <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	Y <sub>0</sub>	M <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	Y <sub>0</sub>
G <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>
M <sub>0</sub>	Y <sub>3</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	M <sub>0</sub>	Y <sub>3</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
G <sub>0</sub>	C <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	C <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
M <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	Y <sub>0</sub>	M <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	Y <sub>0</sub>
G <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>	G <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	G <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>
M <sub>0</sub>	Y <sub>3</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	M <sub>0</sub>	Y <sub>3</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
G <sub>0</sub>	C <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	C <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>

色・感度モザイクパターンP13

【図18】

C <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>
M <sub>0</sub>	C <sub>3</sub>	Y <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>	M <sub>0</sub>	C <sub>3</sub>	Y <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>
Y <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	Y <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>	M <sub>3</sub>	G <sub>0</sub>	Y <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>	M <sub>3</sub>
C <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>
M <sub>0</sub>	C <sub>3</sub>	Y <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>	M <sub>0</sub>	C <sub>3</sub>	Y <sub>0</sub>	G <sub>3</sub>
Y <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>
G <sub>0</sub>	Y <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>	M <sub>3</sub>	G <sub>0</sub>	Y <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>	M <sub>3</sub>

色・感度モザイクパターンP14

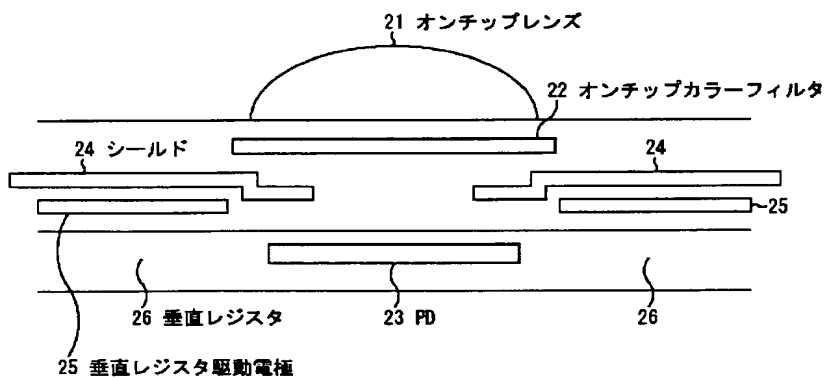
【図28】

OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND

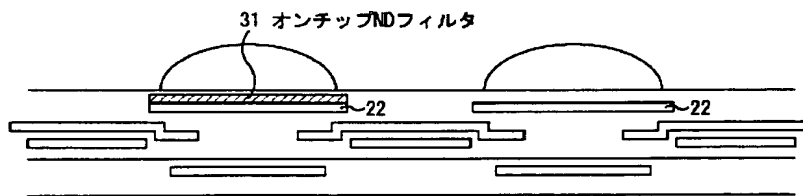
【図29】

OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR
AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND
OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR
AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND

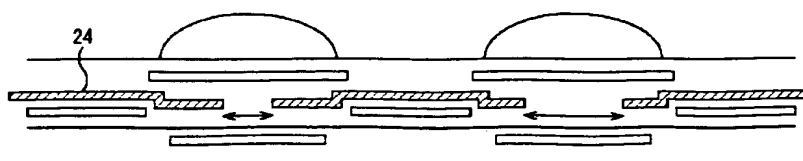
【図19】



【図21】



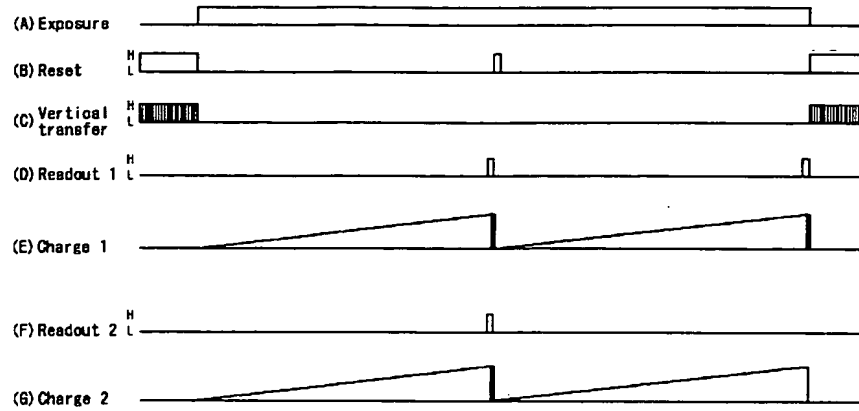
【図22】



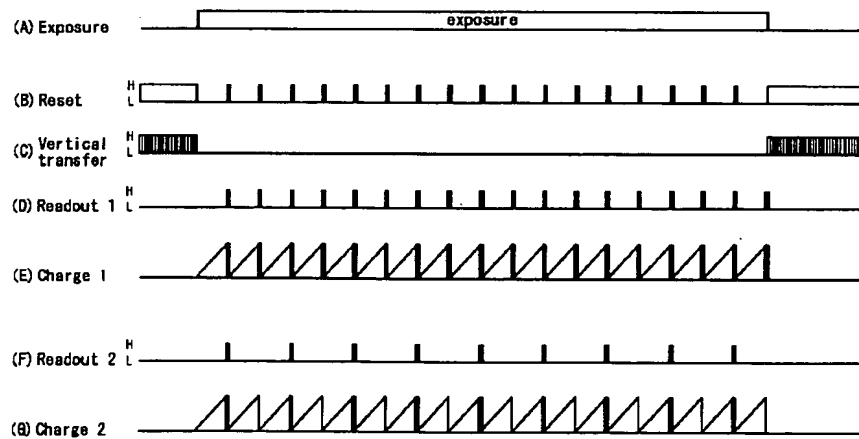
【図30】

OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR
OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR
OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR
OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR

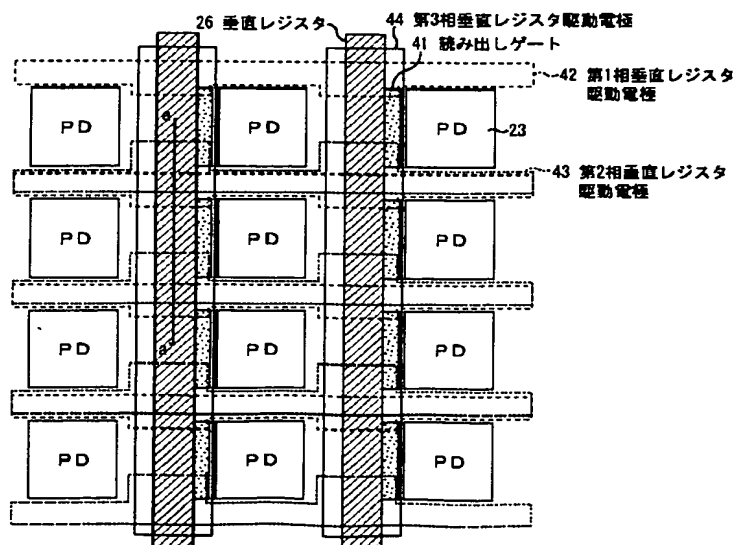
【図23】



【図24】



【図25】



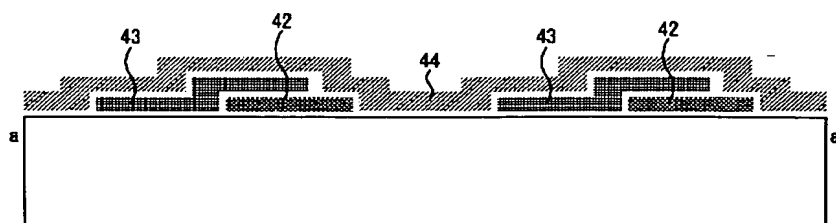
【図31】

OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND
OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR
OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND
OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR

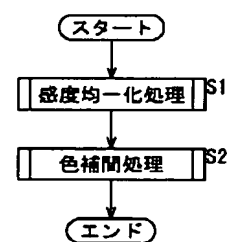
【図32】

OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND

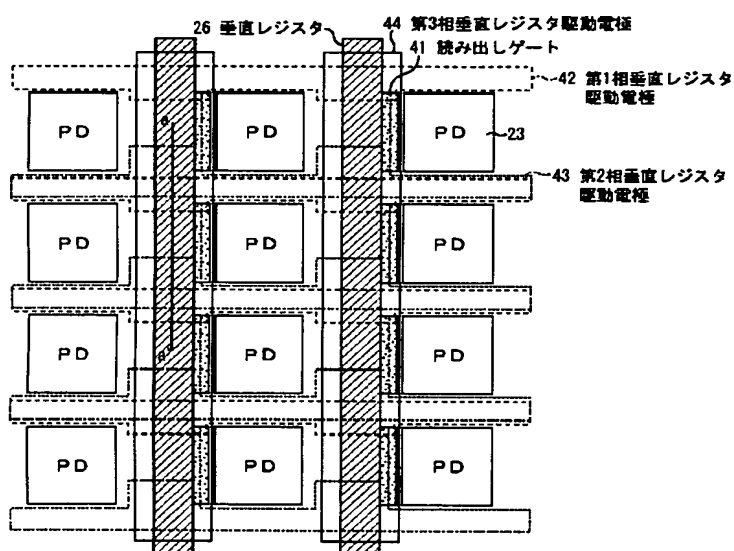
【図26】



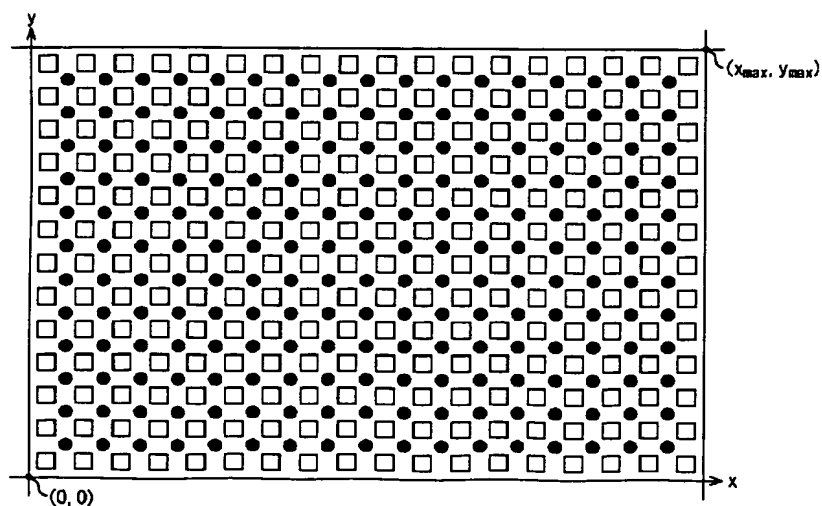
【図50】



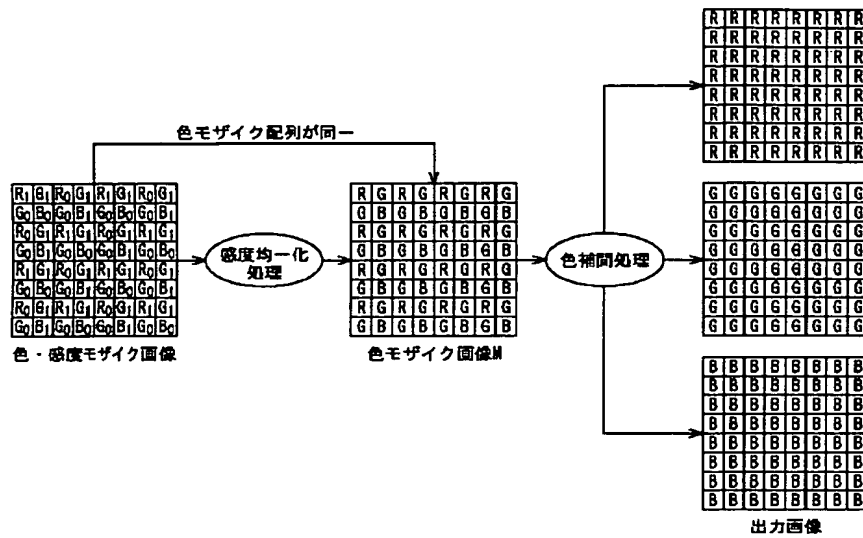
【図27】



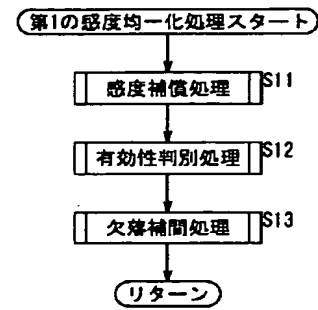
【図33】



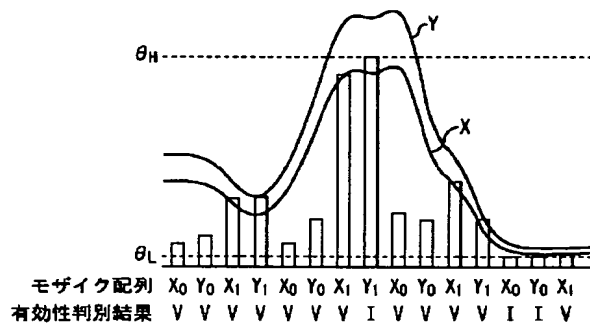
【図34】



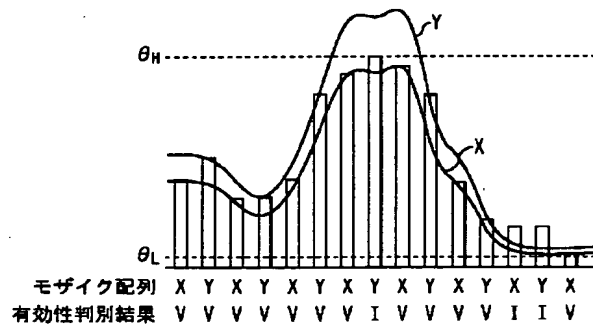
【図51】



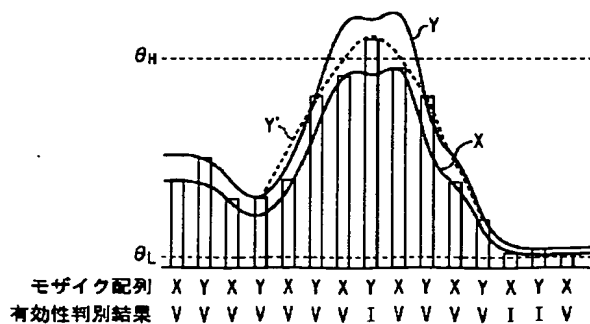
【図35】



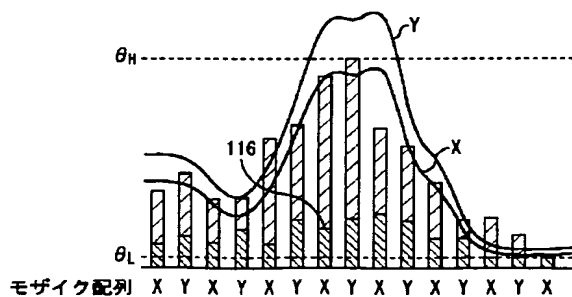
【図36】



【図37】

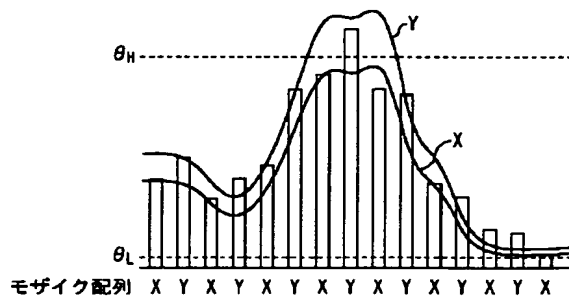


【図38】

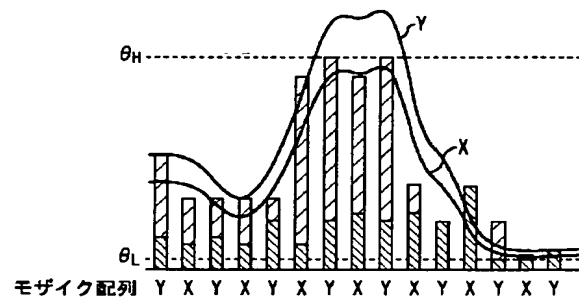




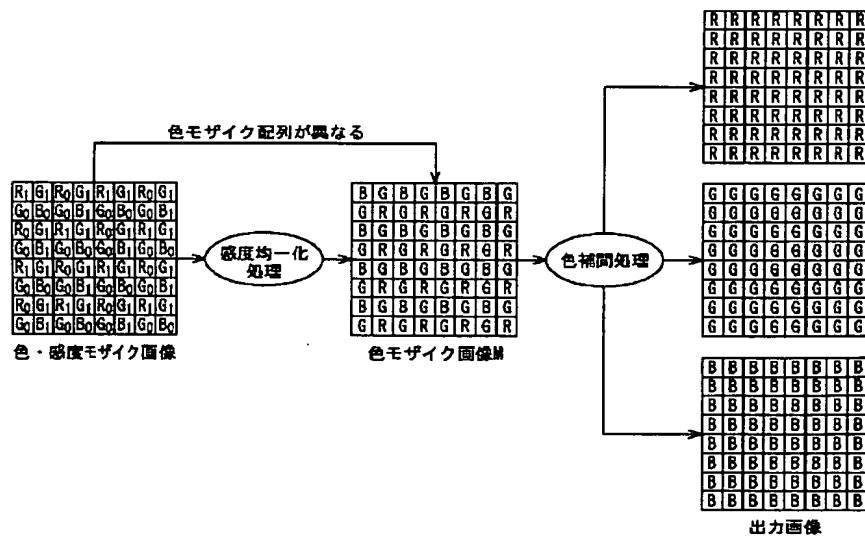
【図39】



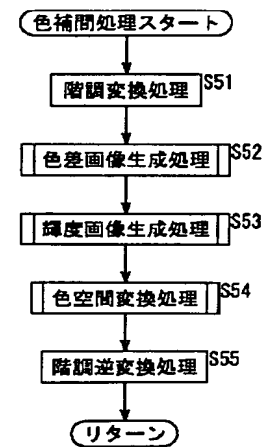
【図43】



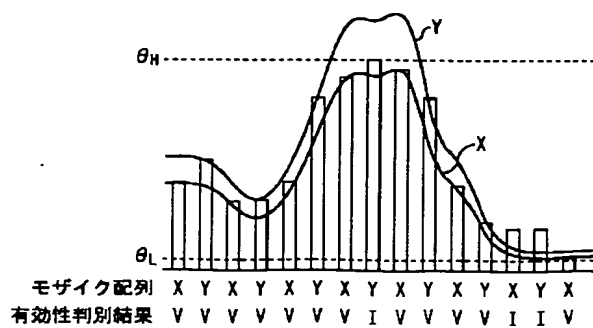
【図40】



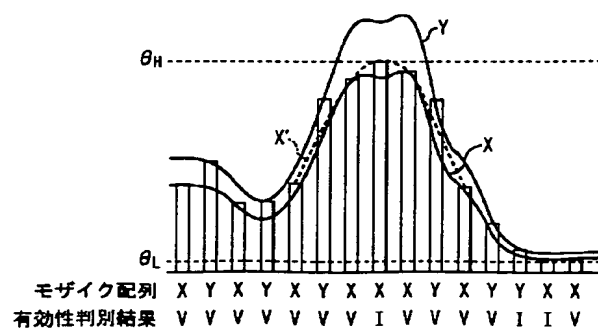
【図55】



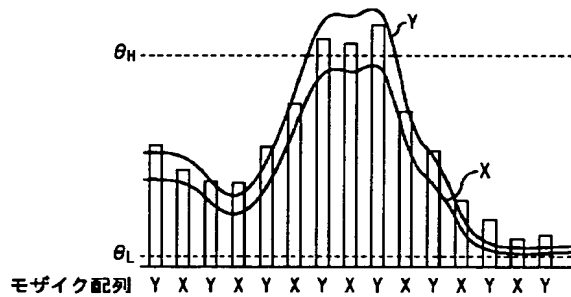
【図41】



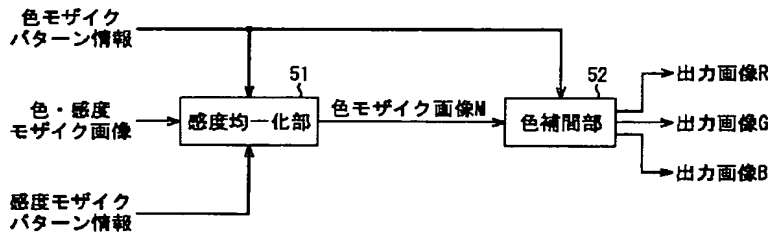
【図42】



【図44】

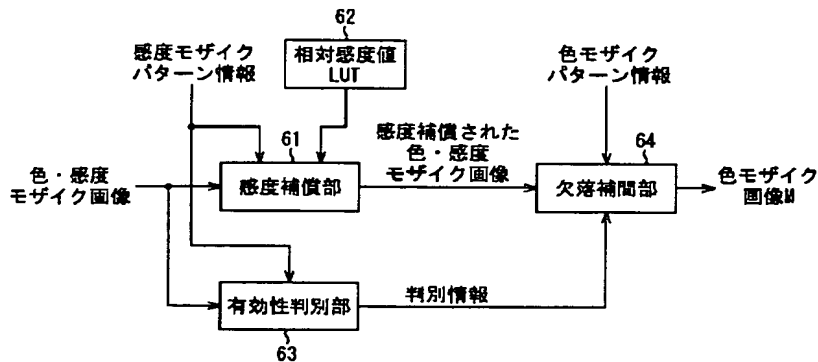


【図45】



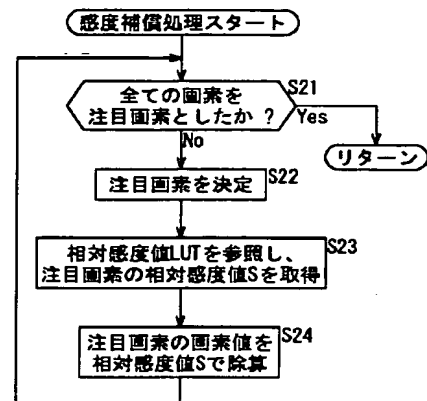
画像処理部 7

【図46】

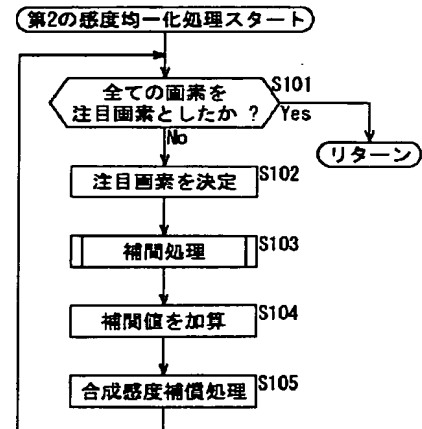


感度均一化部 51

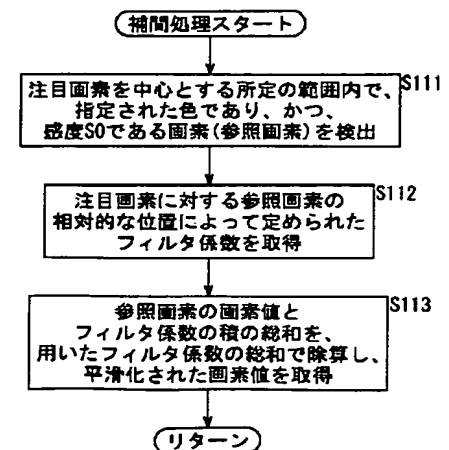
【図52】



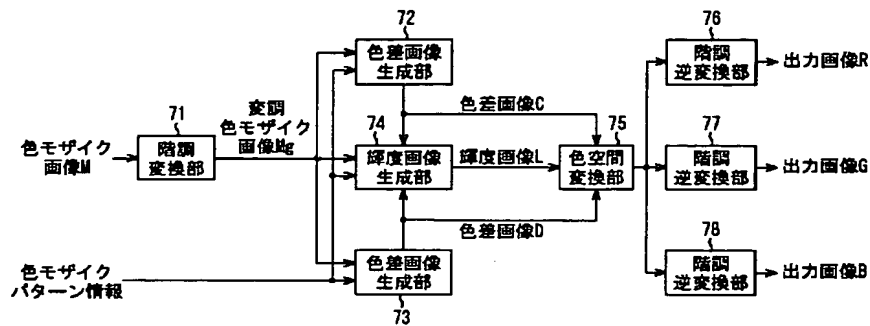
【図60】



【図61】

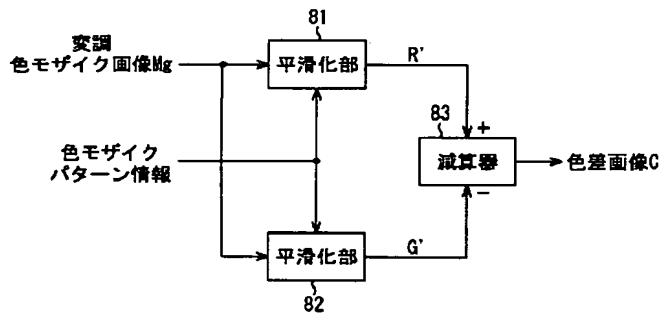


【図47】



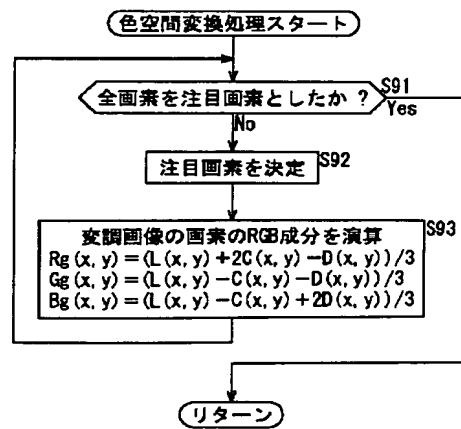
色補間部 52

【図48】

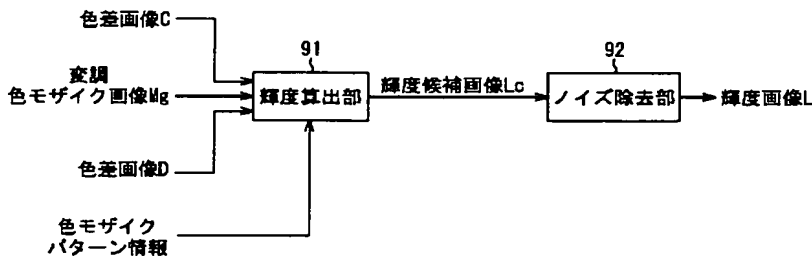


色差画像生成部 72

【図58】

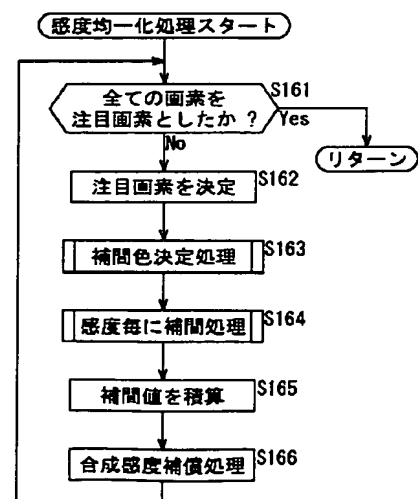


【図49】

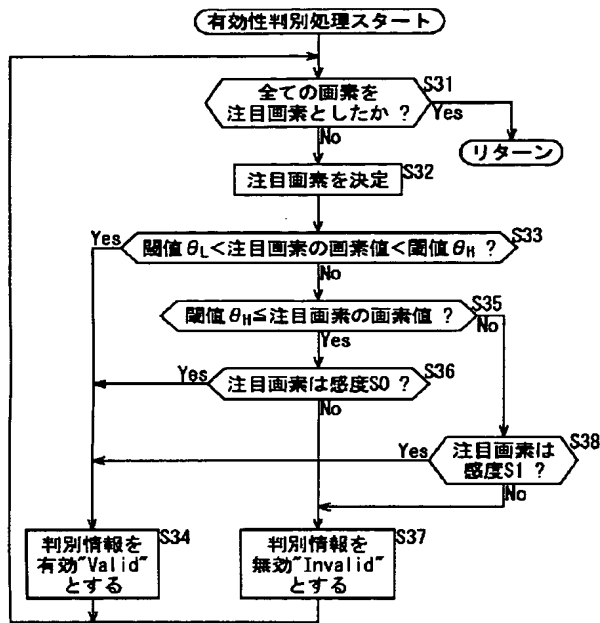


輝度画像生成部 74

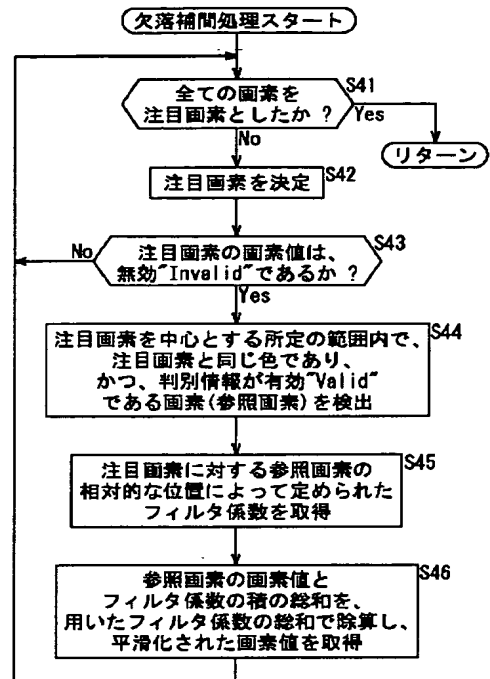
【図68】



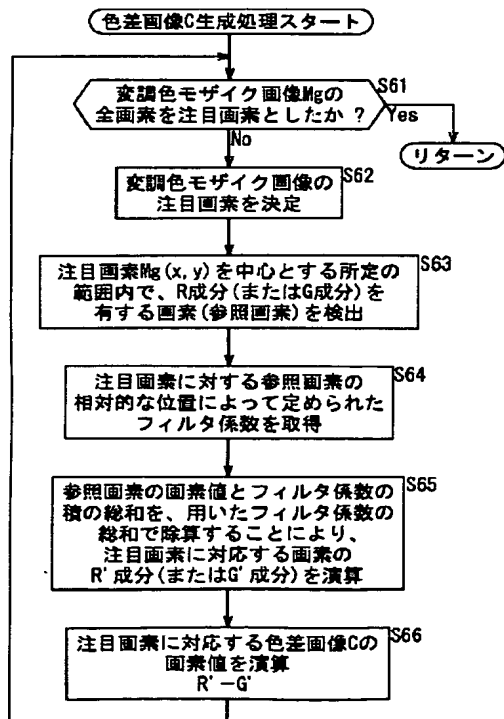
【図53】



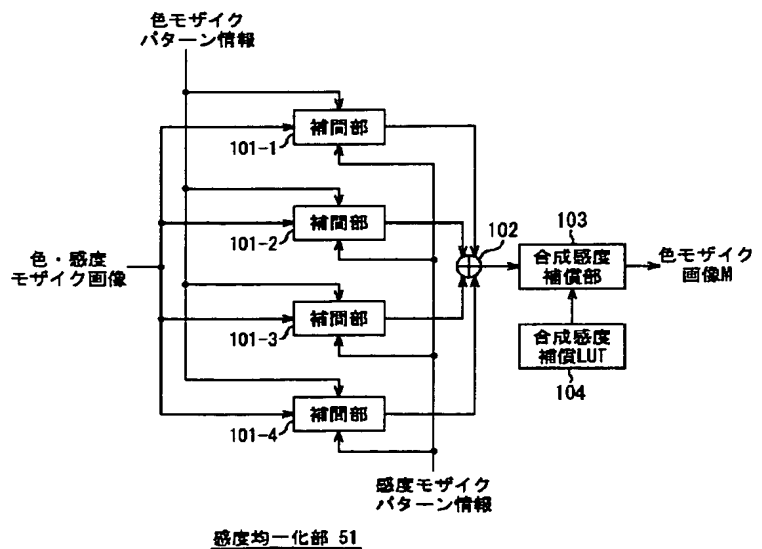
【図54】



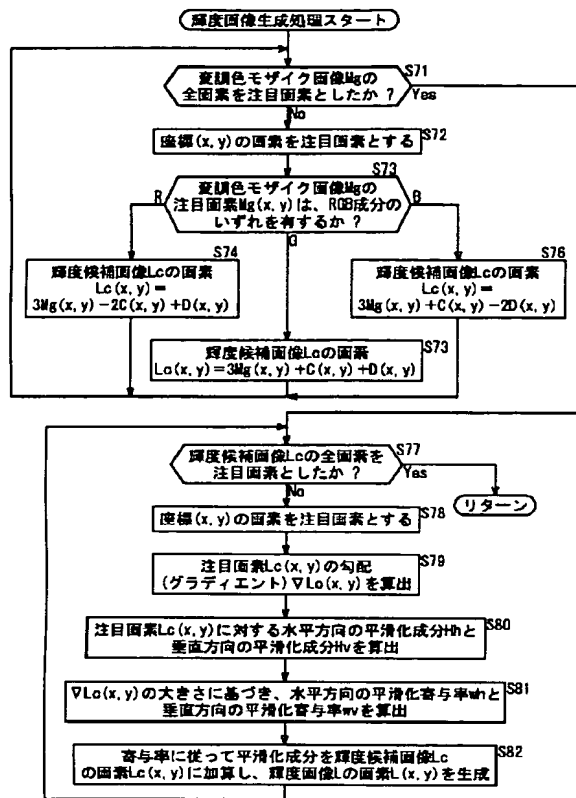
【図56】



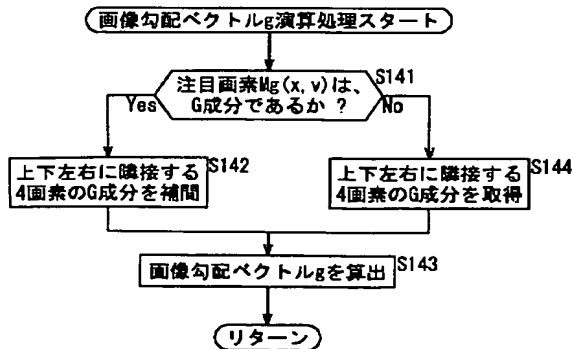
【図59】



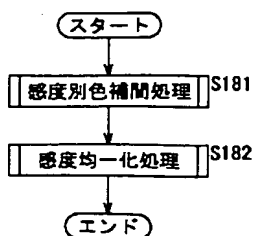
【図57】



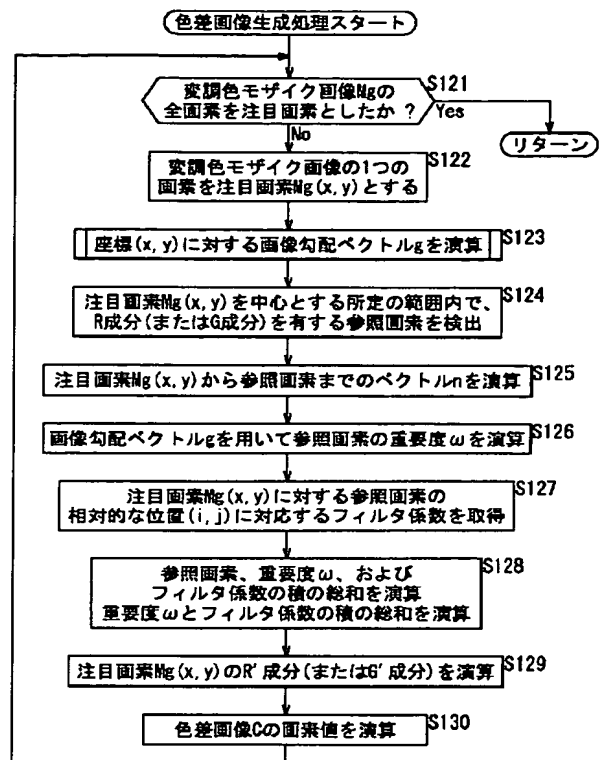
【図63】



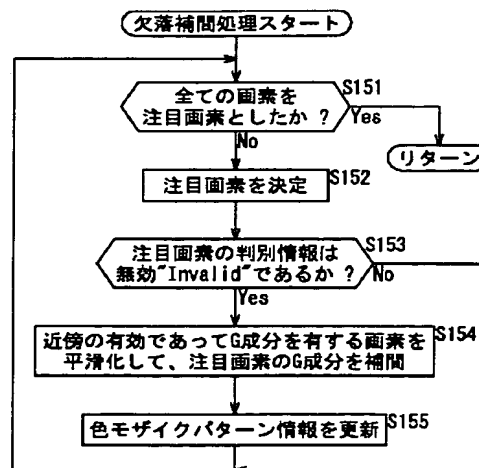
【図76】



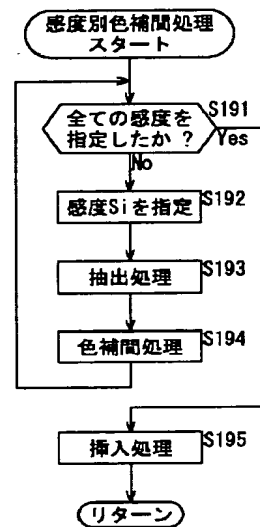
【図62】



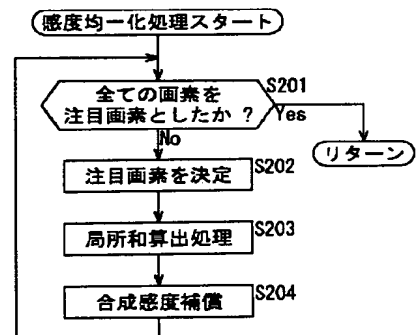
【図66】



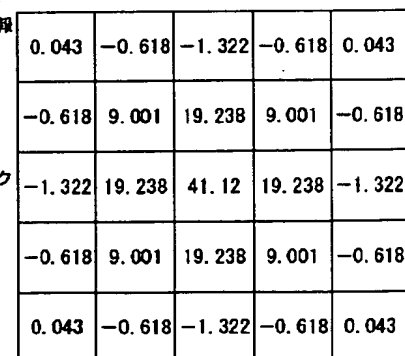
【图 7 7】



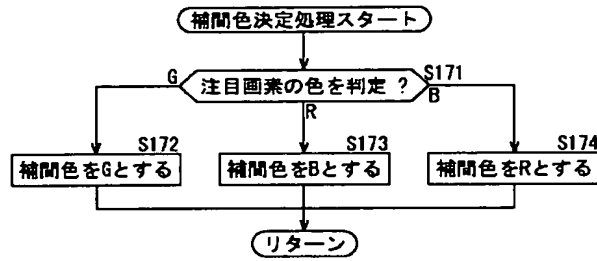
【図 80】



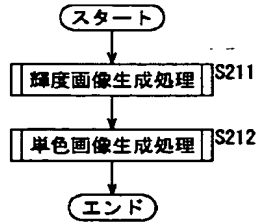
【图 8 1】



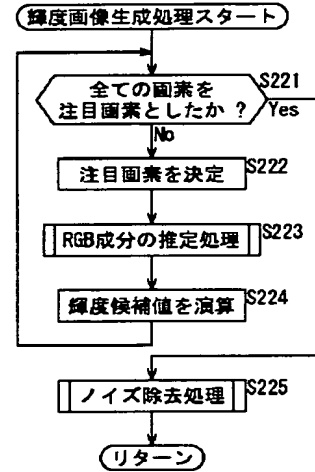
【図69】



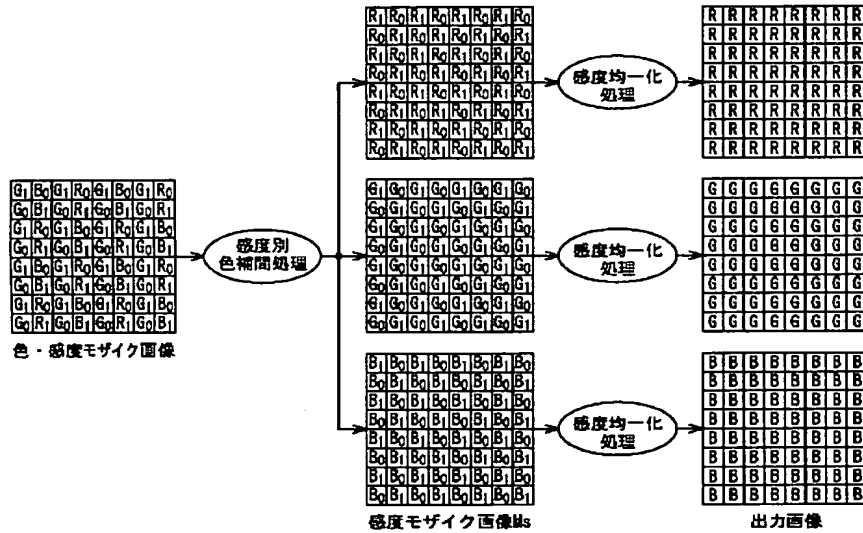
【図85】



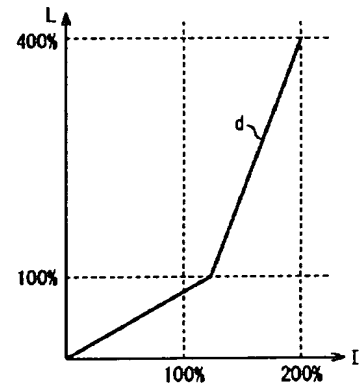
【図86】



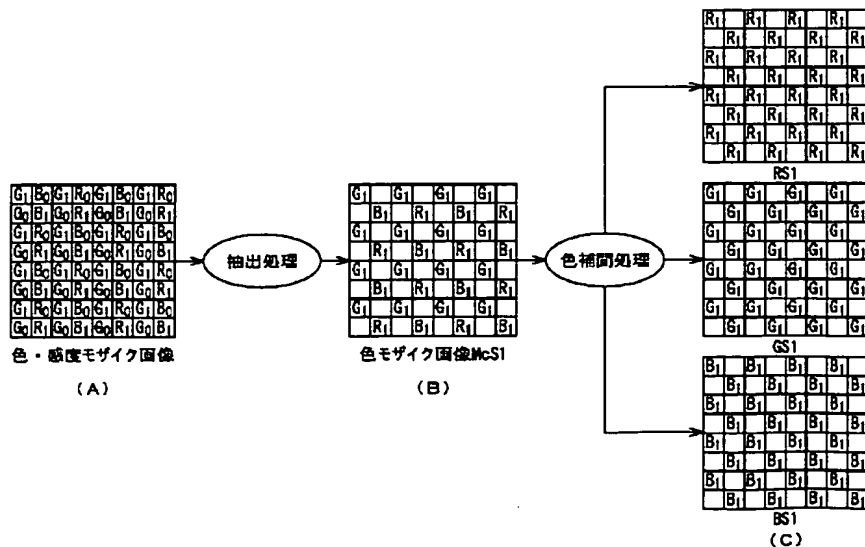
【図70】



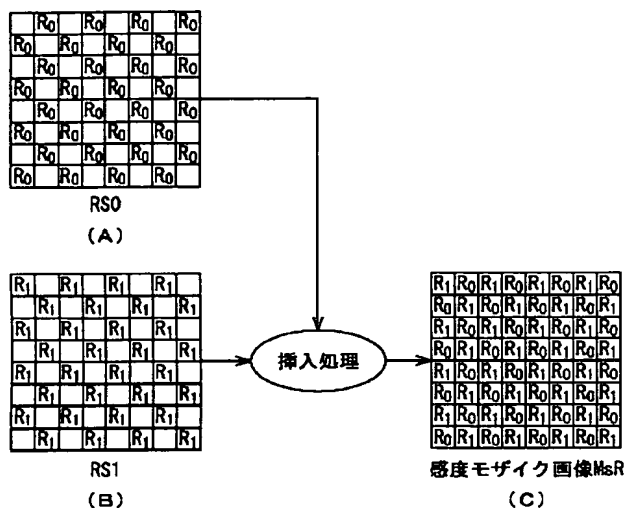
【図92】



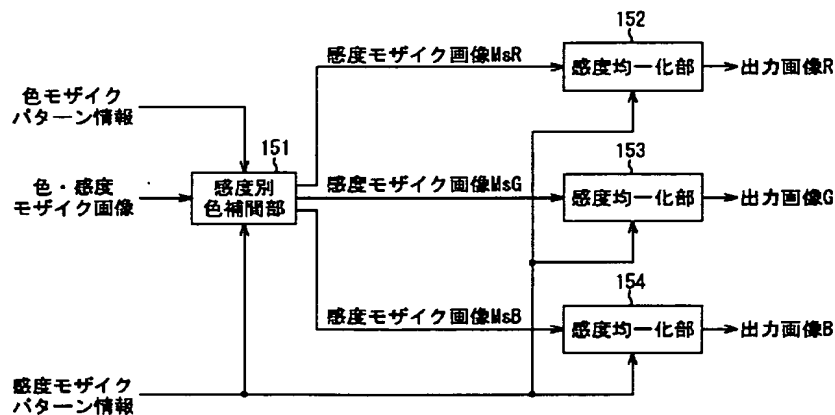
【図71】



【図72】

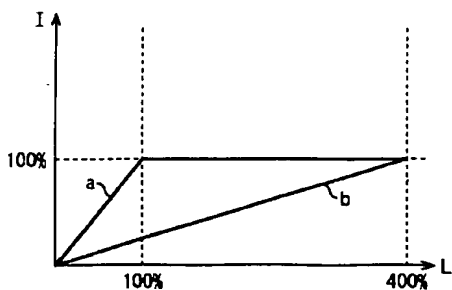


【図73】

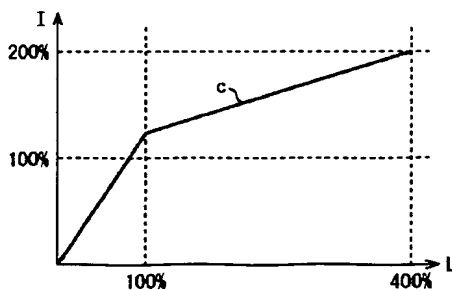


画像処理部 7

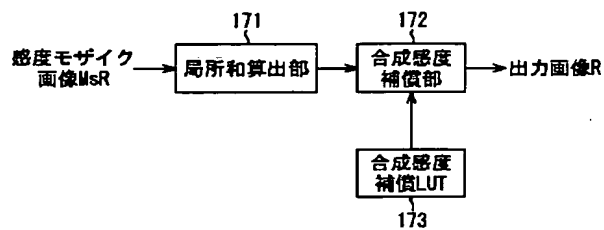
【図90】



【図91】

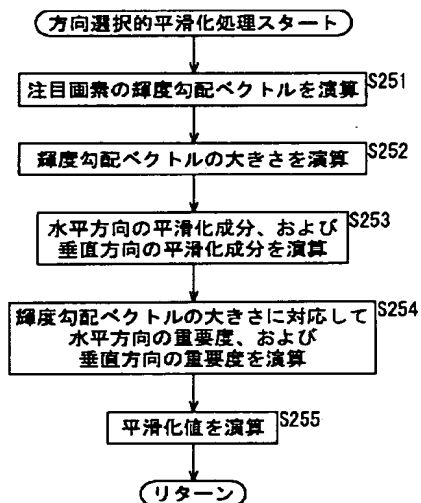


【図75】

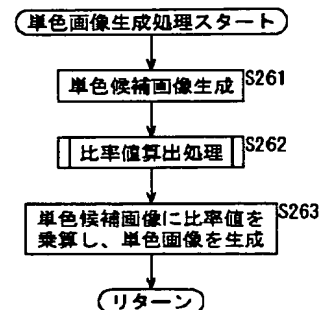


感度均一化部 152

【図94】

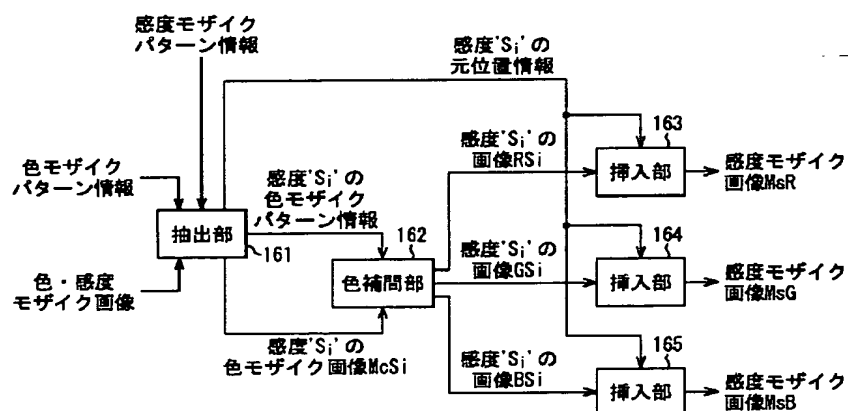


【図95】



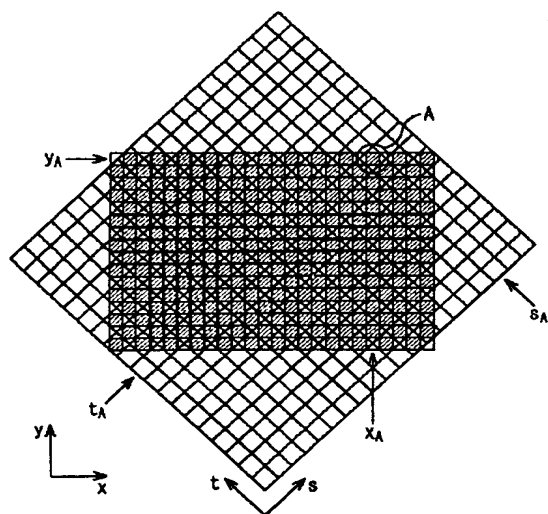


【図74】

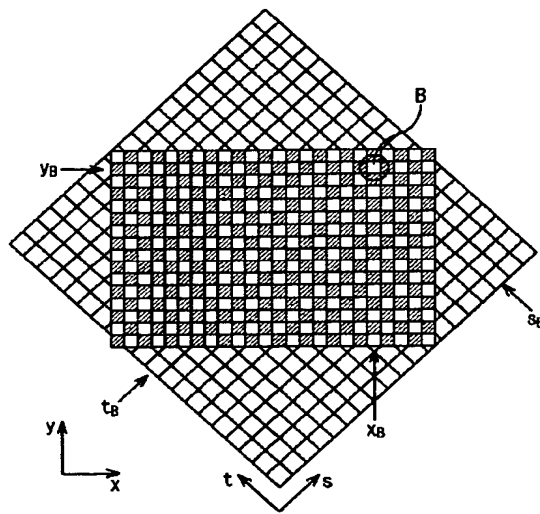


感度別色補間部 151

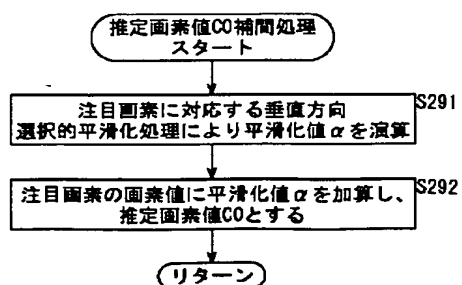
【図78】



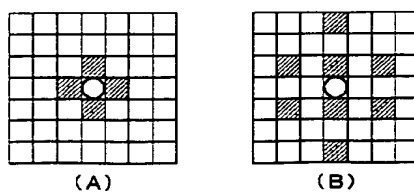
【図79】



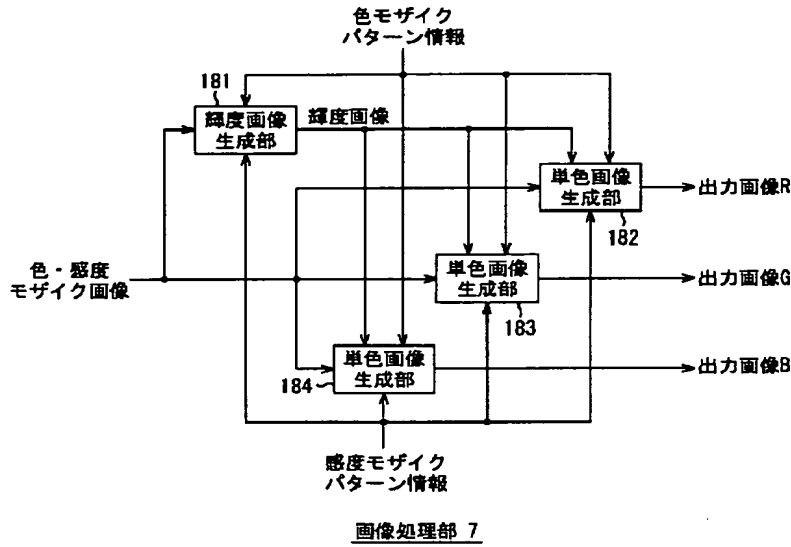
【図101】



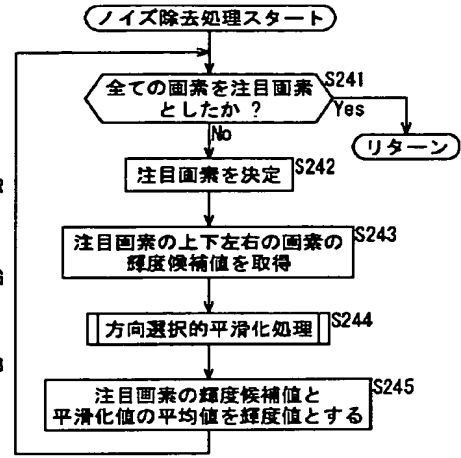
【図104】



【図82】

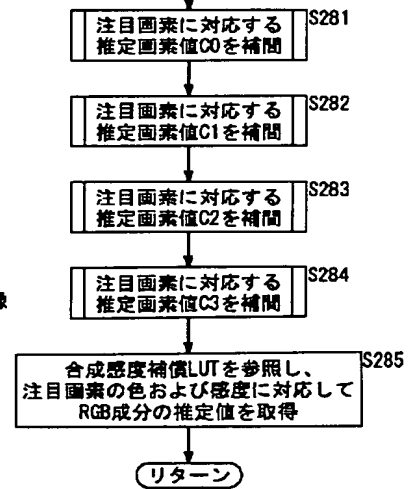


【図93】

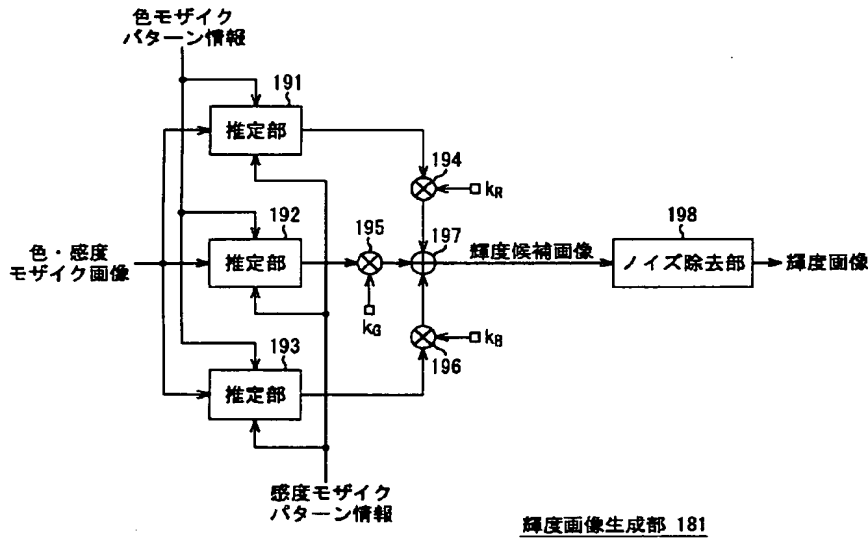


【図99】

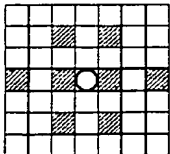
RGB成分の推定処理スタート



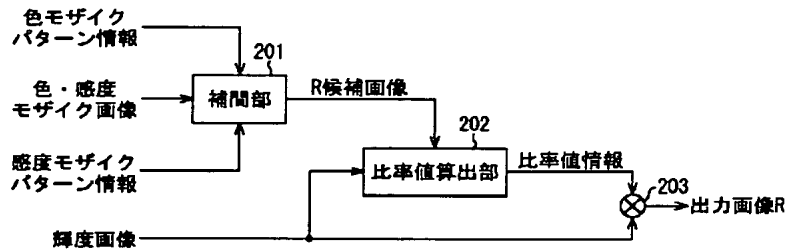
【図83】



【図106】

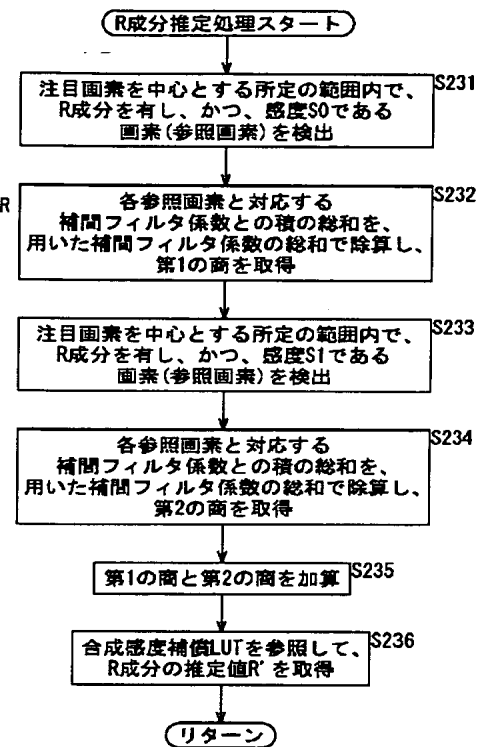


【図84】



単色画像生成部 182

【図87】

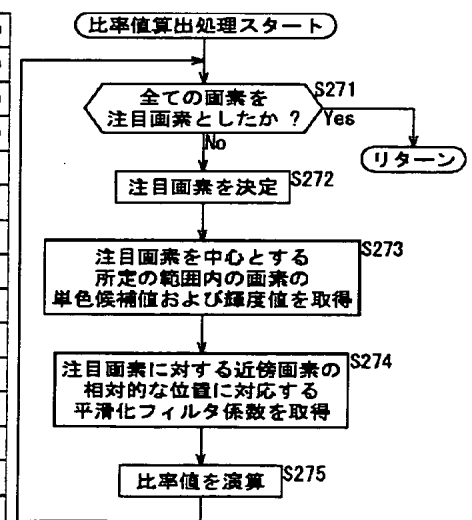


【図88】

0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.005	0.000	0.005	0.000	-0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	-0.020	-0.035	-0.018	0.000	-0.018	-0.035	-0.020	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	-0.020	-0.083	-0.051	0.000	0.051	0.000	-0.083	-0.020	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	-0.005	-0.035	-0.061	0.000	0.196	0.316	0.196	0.000	-0.061	-0.035	-0.005	0.000	0.000
0.000	0.002	0.000	-0.016	0.000	0.196	0.563	0.752	0.563	0.196	0.000	-0.016	0.000	0.002	0.000
0.001	0.004	0.005	0.000	0.051	0.316	0.752	0.000	0.752	0.316	0.051	0.000	0.005	0.004	0.001
0.000	0.002	0.000	-0.016	0.000	0.196	0.563	0.752	0.563	0.196	0.000	-0.016	0.000	0.002	0.000
0.000	0.000	-0.005	-0.035	-0.061	0.000	0.196	0.316	0.196	0.000	-0.061	-0.035	-0.005	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	-0.020	-0.083	-0.061	0.000	0.051	0.000	-0.083	-0.020	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	-0.020	-0.035	-0.018	0.000	-0.018	-0.035	-0.020	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.005	0.000	0.005	0.000	-0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.004	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

R 8成分用補間フィルタ係数

【図96】



【図89】

0.004	0.000	-0.035	-0.063	-0.035	0.000	0.004
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.035	0.000	0.316	0.563	0.316	0.000	-0.035
0.063	0.000	0.563	1.000	0.563	0.000	-0.063
0.035	0.000	0.316	0.563	0.316	0.000	-0.035
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	-0.035	-0.063	-0.035	0.000	0.004

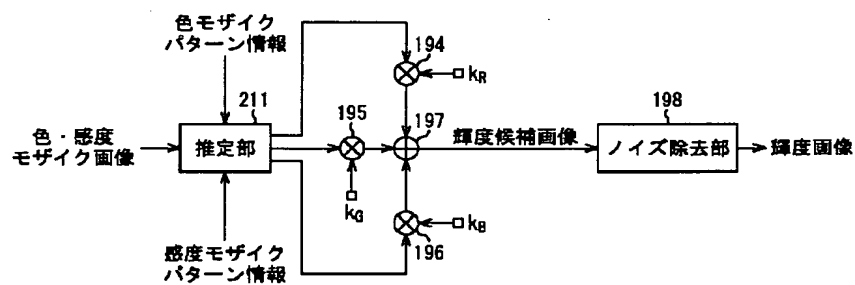
G成分用補間フィルタ係数

【図97】

0.000	0.003	0.010	0.014	0.010	0.003	0.000
0.003	0.028	0.080	0.111	0.080	0.028	0.003
0.010	0.080	0.230	0.319	0.230	0.080	0.010
0.014	0.111	0.319	0.444	0.319	0.111	0.014
0.010	0.080	0.230	0.319	0.230	0.080	0.010
0.003	0.028	0.080	0.111	0.080	0.028	0.003
0.000	0.003	0.010	0.014	0.010	0.003	0.000

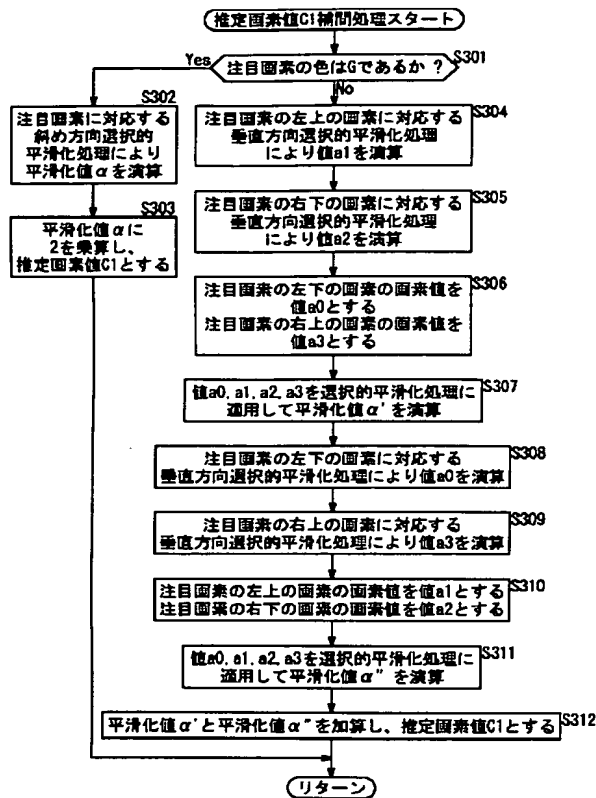
平滑化フィルタ係数

【図98】

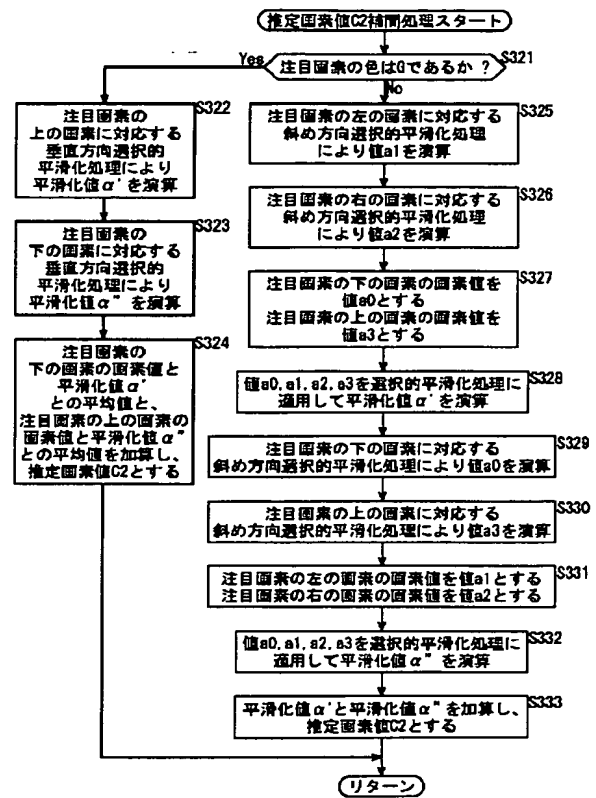


輝度画像生成部 181

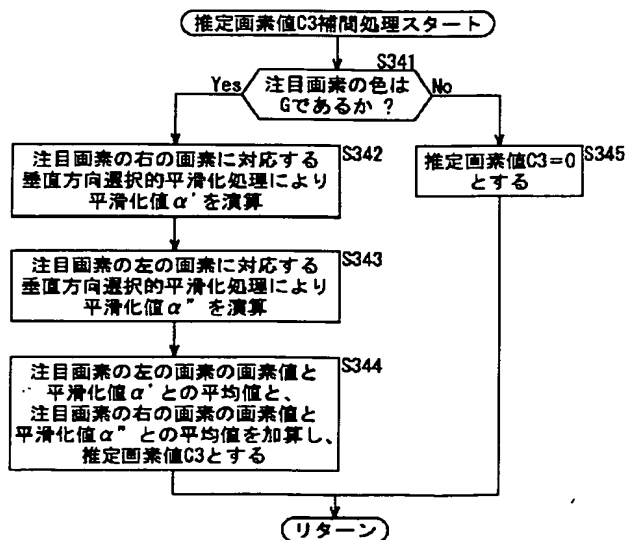
【図103】



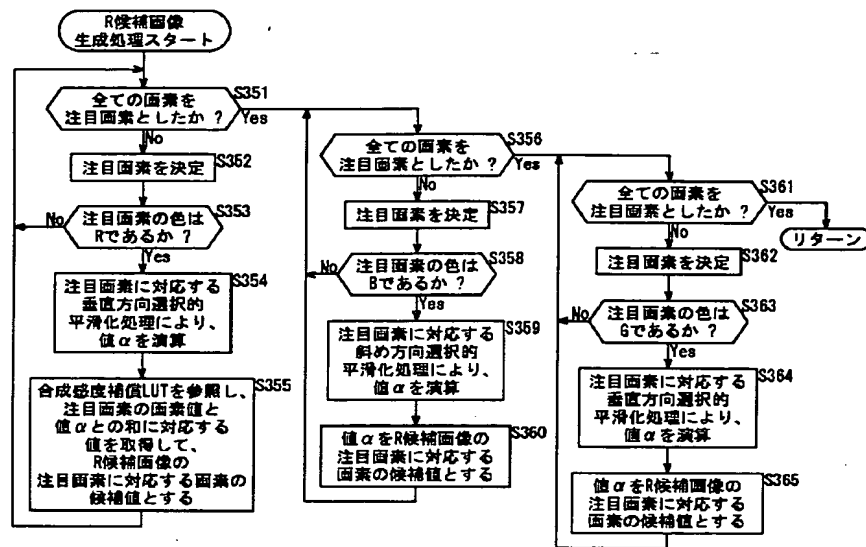
【図105】



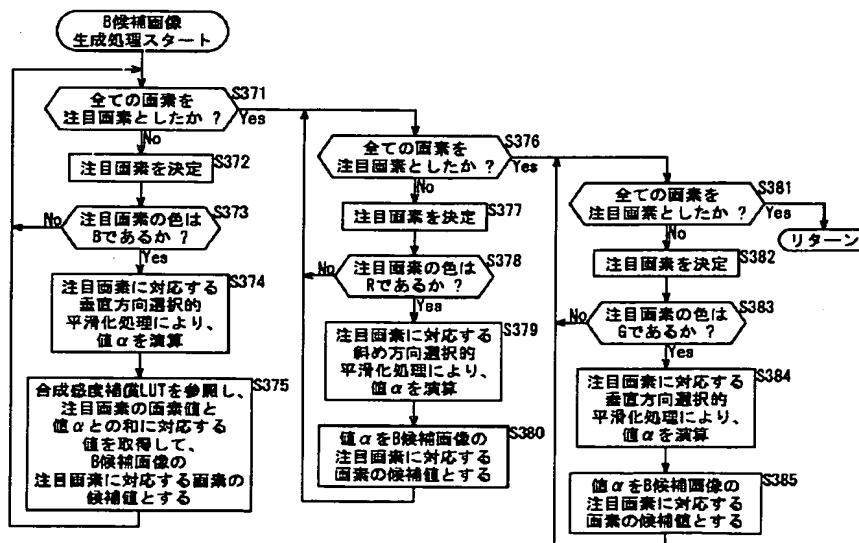
【図107】



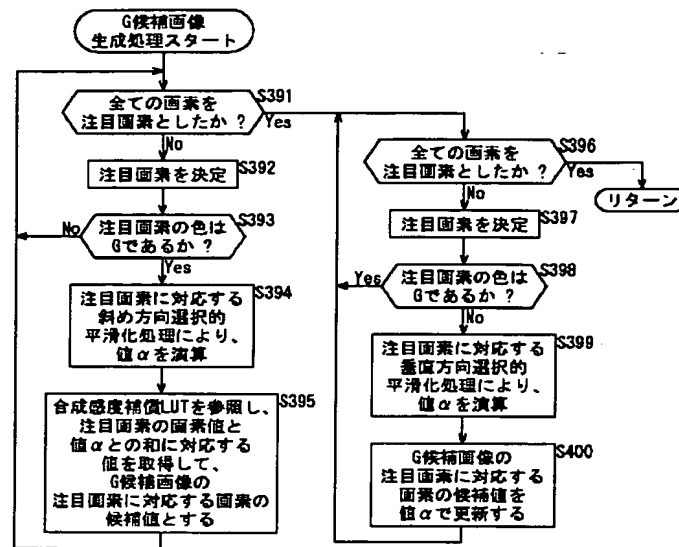
【図108】



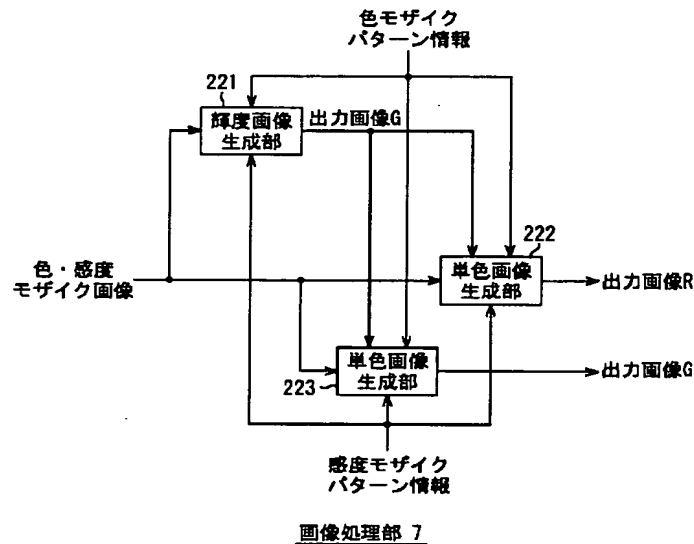
【図109】



【図110】



【図111】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G 0 9 G 5/02  
H 0 4 N 1/60  
1/46

識別記号

F I

G 0 9 G 5/02  
H 0 4 N 1/40  
1/46

テマコード (参考)

B 5 C 0 8 2  
D  
Z

(72)発明者 小野 博明

東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株

式会社ソニー木原研究所内

F ターム(参考) 5B047 AB04 BB04 BC05 CB05 CB17  
CB23 DB01 DC11  
5B057 BA02 BA13 BA28 CA01 CA12  
CB01 CB12 CC01 CE02 CE05  
CE16 CH20 DB02 DB06 DC25  
5C065 BB12 BB13 BB22 CC01 CC02  
CC03 DD01 DD02 EE05 EE06  
EE07 GG11 GG18 GG22 GG24  
5C077 LL03 MM03 MM04 MP08 PP02  
PP15 PP32 PP37 PP47 PP55  
PQ08 RR19 SS01 TT09  
5C079 HB01 HB04 LA12 LA14 LB01  
MA11 NA02 NA03  
5C082 AA21 BA12 BA34 BA35 BB13  
BB15 BB42 BB51 CA01 CA11  
CA12 DA51 DA87 DA89 MM01



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**